

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTET 13—14. 1916—1917

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS  
**13-14. HEFT**

RAPPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY  
**No 13-14**

RAPPORTS DE LA STATION DE RECHERCHES  
DES FORETS DE LA SUÈDE  
**No 13-14**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR GUNNAR SCHOTTE

# INNEHÅLL.

	Sid.
<b>Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift.</b> (Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens) av GUNNAR SCHOTTE.....	XI
<b>Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader:</b> (Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens). Försöksträdgården (Der Versuchsgarten) av GUNNAR SCHOTTE	XV
Nybyggnaden (Der Neubau) av C. LINDHOLM .....	XIX
<b>Skogsförsöksanstaltens avdelningar:</b> (Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.) Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	XXXV
Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	XLI
Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	XLIX
Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK ...	LIV
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1915:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1915.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	I
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	6
III. Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	8
<b>NILS SYLVÉN: Den nordsvenska tallen</b> .....	9
Die nordschwedische Kiefer .....	I
<b>GUNNAR SCHOTTE: Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—1916</b> .....	
Über die Schneeschaden in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens in den Jahren 1915—1916 .....	XIII
<b>GÖSTA MELLSTRÖM: Skogsträdens frösättning år 1916</b> .....	167
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1916 .....	XXI
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1916:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1916.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	189
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	193
III. Skogsentomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH ...	196
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK	197

	Sid.	
EDVARD WIBECK: Om eftergroning hos tallfrö .....	201	
Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernsamens bei Freilandssaat .....		XXIII
OLOF TAMM: Om skogsjordsanalyser .....	235	
Über Waldbodenanalysen .....		XXV
L. MATTSSON: Formklasstudier i fullslutna tallbestånd .....	261	
Eine Studie über die Formklassen der dichtgeschossen Kiefernbeständen ...		XXIX
HENRIK HESSELMAN: Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende .....	297	
Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.....		XXXIII
GUNNAR SCHOTTE: Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning .....	529	
The Larch and its Importance in Swedish Forest Economy.....		LIX
L. MATTSSON: Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad .....	841	
The Form and Form-Variations of the Larch .....		LXXXV
HENRIK HESSELMAN: Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring .....	923	
On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Saltpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests .....		XCI
NILS SYLVÉN: Om tallens knäckesjuka .....	1077	
Über den Kieferndreher .....		CXXVII
IVAR TRÄGÅRDH: Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter .....	1141	
Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones .....		CXXXVII
GUNNAR SCHOTTE: Om aspens produktionsförmåga .....	1205	
Communication préalable de sept places d'essai .....		CXLVI
HENRIK HESSELMAN: Studier över de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor II .....	1221	
Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II .....		CXLIX
SVEN ODÉN: Om kalkningens inverkan på sur humusjord... ..	1287	
Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden .....		CLXIX

## Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor.

AV HENRIK HESSELMAN.

### II.

I Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt för år 1910, H. 7, publicerade förf. av denna avhandling en redogörelse för vissa studier över de norrländska tallhedarnas föryngring. Resultatet av dessa undersökningar kan sammanfattas på följande sätt. Tallhedarnas långsamma och i många avseenden egendomliga föryngringssätt låter sig ej förklaras genom några yttre svårigheter för plantornas utveckling. Snö- eller skaretryck, renarnas betande eller den konkurrens, som tallplantorna ha att utstå med lavar och ris, kan icke framdragas som en tillräcklig eller i alla avseenden tillfredsställande förklaringsgrund, varken till den ytterst långsamma föryngringen ej heller till plantornas egendomliga fördelning på tallheden. Orsaken är dess mer att söka i markens beskaffenhet. De utförda undersökningarna visade dessutom, att den egendomliga föryngringen — plantornas uppväxande under och i närheten av äldre träd eller omkring multnande lågor — ej kunde förklaras genom en växling i vattentillgången. De minst utvecklingsdugliga tallplantorna, nämligen de, som förekomma på de mer öppna fältena, hade under torrtider en jämnare och rikligare vattentillgång än plantorna under eller i närheten av de äldre träden. De förmå dock i allmänhet utveckla sig till ordentliga träd, medan plantorna på de öppna fälten till stort antal gå under. Dessa undersökningar jämte en del andra iakttagelser ledde förf. till den tanken, att den egentliga orsaken vore att söka i humustäckets beskaffenhet. Det vore sannolikt, att humustäcket på de öppna fälten hade en för plantornas utveckling ogynnsam beskaffenhet, medan det hade mera gynnsamma egenskaper under och i närheten av de äldre träden. Dessa synpunkter blevo de ledande vid det fortsatta studiet av tallheds-problemet.

Under de år som förflutit sedan förenämnda avhandling publicerades, har tallhedsproblemet alltjämt varit föremål för den naturvetenskapliga avdelningens studier och undersökningar. Assistenten, dr LAGERBERG (1912), har sålunda publicerat en studie över de små tallhedsplantornas sjukdomar. Utom försöksfältet på Fagerheden har ett ytterligare försöksfält anlagts, nämligen å kronoparken Östra Jörns-marken i Jörns revir i norra delen av Västerbotten. På dessa försöksfält ha i synnerhet humustäckets beskaffenhet inom olika delar av heden noga studerats. Under mina tjänsteresor i åtskilliga delar av landet har jag också haft tillfälle att i flera avseenden komplettera och utvidga min första erfarenhet angående tallhedarnas förnygringsvillkor. En redogörelse för dessa utvidgade och fortsatta studier följer här nedan.

Vid de undersökningar, som utgöra föremålet för efterföljande avhandling, ha de kemiska och mekaniska jordanalyserna i övervägande grad utförts av avdelningens kemistbiträden, fil. kand. GURLI LAGERBERG f. HOFREN och fil. kand. GURLI LAURENTZ, till vilka jag här vill framföra mitt hjärtliga tack.

## KAP. I. Yttre hinder för plantornas utveckling.

### Konkurrens med markbetäckningsväxterna.

I den förut publicerade avhandlingen (HESSELMAN 1910) framhålles, att renlavstäcket i Norrbottens tallhedar aldrig eller sällan når en sådan utveckling, att det utgör ett hinder för förnygringen. Lavtäcket bildar t. o. m. en gynsamare eller bättre grobädd än ett mosstäcke. Vid de noggranna ståndortsanalyser, som LAGERBERG (1914) utförde för några år sedan, visade det sig, att de unga trädplantorna i tallhedarna företrädesvis funnos i de med lavar bevuxna partierna, medan de så gott som alldeles saknades i mossfläckarna. Emellertid kan renlaven stundom nå en sådan utveckling och en sådan yppighet, att den utgör ett verkligt hinder för förnygringen. Detta tycks i synnerhet vara fallet inom övre Dalarna. Redan mycket tidigt har lavrikedom i övre Dalarnas skogar ådragit sig forskarnas uppmärksamhet. LINNÉ, som år 1734 företog en resa genom Dalarna upp till Särna och Idre, ger i sin reseberättelse följande åskådliga skildring av skogarna närmast Särna: »<sup>9</sup>/<sub>4</sub> m. förr än man kom till Särna, kom man uti en trång skog, som på jorden var snövit af mossor, men ofvan uti svart och mörk av en svart, skäggig mossa, som hängde allt öfver nedre delen af träden. Jorden var här stenig, med mo fyller. Hade under vägen varit blåst, hade också vi varit fogelfrie för de många ruttnade och till fall hotande träden, ibland vilka öfra delen af ett halft stort träd hängde uti ett annat, just öfver vägen.»

LINNÉs »snövita mossor» är nog ingenting annat än ett yppigt utvecklat renlavstäck, och den skog han skildrar, är med all sannolikhet en gammal tallhed, där träden hålla på att av ålder störta omkull. LINNÉ talar nämligen på ett annat ställe i sin skildring av Dalaresan om skogar, »hvilka på jorden voro hvita af nyss uppkommen renmossa», av vilket uttryck framgår, att han kallat renlav för mossa.

Skogarna i övre Dalarna synas sålunda ha gjort ett visst intryck på LINNÉ genom sin lavrikedom. Jämför man tallhedarna i övre Dalarna med motsvarande skogstyper i övre Norrland, skilja sig de förra från de senare genom ett mera yppigt utvecklat lavtäck. Redan i övre delen av Älvdalens socken är lavrikedomen ganska stor, men de yppigaste och kraftigaste lavmattorna träffar man dock inom Särna och Idre. De mest förekommande lavarerna äro *Cetraria nivalis*, *Stereocaulon paschale*, *Cladina rangiferina*, *silvatica* och *alpestris*. Omkring Särna kyrkoby ser man här och där mattor av de förstnämnda arterna i tallhedarna. De täcka marken fullständigt och tallplantor saknas vanligen. De kunna bilda med hänsyn till skogsproduktionen alldeles sterila fläckar. Sin yppigaste utveckling når emellertid lavtäckets inom de delar av Idre kapellag, som ligga närmare norska gränsen. Under en exkursion i september 1911, som jag företog i sällskap med jägmästare GUNNAR ESSEEN som sakkunnig vägvisare, besöktes trakterna utmed Storån och Grövelån. Utmed Grövelån klädas rullstensåsarna av ganska vackra tallhedar med ett rikt utvecklat lavtäck. Unga tallplantor äro rätt vanliga, och i lagom stora luckor visa de en tillfredsställande tillväxt. Fläckvis bildas emellertid lavmattan av *Cladina alpestris*, den frodigaste och mest storvuxna av våra nordiska *Cladina*-former. I de yppiga mattor, som bildas av denna art, saknas i dessa trakter i regel tallplantor. Utmed Rångbäcken erhålla dylika mattor av *Cladina alpestris* en mycket vidsträckt utbredning.

Moränkullarna äro helt och hållet överdragna med en yppig, svällande renlavsmatta, nästan uteslutande bildad av mer än decimeterhöga exemplar av *Cladina alpestris*. Ris, såsom ljung och i mindre grad blåbär, lingon och odon, förekomma endast i mera spridda, magra och såsom det tyckes av lavarna undertryckta exemplar. Den yppiga renlavsmattan breder ut sig över stenar och på marken liggande lågor och omhöljer dessa med en päls, alldeles som vitmossorna i en myr pläga växa över kullfallna trädstammar (se fig. 1.) Endast på större block, som höja sig över marken, förekommer *Cladina silvatica*, i lavmattan träffas här och där små tuvor av *Dicranum robustum*. Tallen bildar ett glest, magert, föga växtkraftigt bestånd med mycket sparsamt inblandad björk (*Betula odorata* och *verrucosa*) i låga exemplar. På moränkullarnas sydsida är skogen

något bättre slutet än på deras nordsida. På sydsidan förekommer då *Cladina silvatica* tillsammans med *Cladina rangiferina*, som på nordsidan blir ensam rådande. Oaktat skogen är mycket gles, saknas inom stora områden alla tallplantor, såväl växtliga som oväxtliga; lavtäckets har tydligen nått en sådan yppighet, att det omöjliggör tallfrönas groning.

Sker icke någon förändring i denna markbetäckning, antingen genom brand eller på något annat sätt, måste denna skog förr eller senare övergå till ett trädöst växtsamhälle.

Enligt de upplysningar, som jag erhöll av jägmästare G. ESSÉEN, ha flera hektar av Grövelsdalens kronopark ett dylikt utseende. Men även annorstädes inom övre Dalarna äro liknande tallhedar iakttagna. Enligt muntliga upplysningar av överjägmästare AXEL SYLVÉN finnas dylika lavmarker söder om Starbosjön invid norska gränsen och i Härjedalen lära de icke heller saknas.

Vissa av övre Dalarnas tallhedar<sup>1</sup> erinra sålunda på ett påfallande sätt om de tallskogar i Finland, som beskrivits av A. G. BLOMQUIST (1881) och BERNH. ERICSSON (1892), enligt vilkas iakttagelser renlaven på många ställen utgör ett väsentligt hinder för tallplantornas utveckling. Särskilt lär detta vara fallet i Enontekis, där enligt iakttagelser *Cladina alpestris* synes förekomma särdeles ymnigt.

I övre Dalarna och sannolikt även inom angränsande delar av Härjedalen, kan renlaven sålunda nå en yppighet, som utgör ett väsentligt hinder för föröngningen. Orsakerna härtill äro tydligen att söka i för lavarna särdeles gynnsamma utvecklingsbetingelser. Flera orsaker äro säkerligen härvid samverkande.

Övre Dalarna, översta delarna av Norrbotten liksom också trakterna kring Enontekis i Finland ha ett ganska utpräglat kontinentalt klimat. Ett dylikt klimat synes gynna lavarnas utveckling. Enligt HULT (1887, s. 216) utmärka sig de närmare havet belägna delarna av de sydskan-dinaviska fjällen därav, att vegetationen huvudsakligen utgöres av ris, medan renlaven träder mera i bakgrunden. I de inre mera kontinentala delarna däremot får renlaven så stor betydelse, att den kan kläda fjällen

<sup>1</sup> I detta samband är ett meddelande av förvaltare PAULSRUD i Idre av ett visst intresse, då det antyder, att även på den norska sidan renlaven når en ovanlig yppighet. Från Rörås och trakten däromkring försiggår nämligen enligt dennes utsago en livlig och lönande export av renlav till Tyskland och Frankrike. Den användes för framställning av begravningskransar för firandet av alla själars dag (»Allerseelen» eller »fête des morts») i början av november. Som bekant brukar åtminstone i Sverige endast *Cladina alpestris* användas för kransframställning. I Frankrike och Tyskland färgas den på olika sätt. OSTENFELD (1902) talar även om en stor lavrikedom i dessa trakter av Norge.





Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 1. Tallhed med yppigt renlavstäckte av *Cladina alpestris*. Dalarne. Idre sn. Krpk. Grövelsdalen utmed Rångbäcken.  
18/9 1911.

Kiefernheide mit Bodenvegetation aus grossen, üppig entwickelten Flechten (*Cladina alpestris*).

med jämna gråa mattor. Liknande iakttagelser omnämnas även av NORMAN (WARMING 1887) från de nordnorska fjällen.

Jämför man tallhedarna i övre Dalarna med samma slags växtsamhällen i översta delen av Norrbotten, så visar det sig, att i de förra lavtäcket är vida yppigare än i de senare. En viktig orsak här till bör man säkerligen söka i renskötseln. Den spelar i övre Norrland en vida större roll än i övre Dalarna, ehuru renar även förekomma i denna del av landet. I de delar av kronoparken Gröveldalen, där jag iakttagit de mäktiga mattorna av *Cladina alpestris*, lära emellertid renar saknas.

Sedan ovanstående låg färdigt i manuskript har SAMUELSSON (1917) utgivit ett större arbete över vegetationen i övre Dalarna. Han redogör även för de på *Cladina alpestris* rika tallhedarna i Gröveldalen och hyser angående orsaken till lavrikedomen i övre Dalarna i huvudsak samma åsikter, som här förfäktats.

Vissa varianter av tallhedarna i övre Dalarna kunna icke föryngras med mindre det hindrande lavtäcket avlägsnas. Detta bör emellertid stöta på så mycket mindre svårigheter, som den frodiga renlaven utgör ett ingalunda oviktigt kreatursfoder, som redan nu insamlas som ett tillskott till det mera normala vinterfodret av vall- och myrhy. På de fläckar, där man insamlat renlav, täckes emellertid marken av ett torrt, mager humustäcke, bildat av halvförmultnade lavrester, vilket hindrar fröna från att komma ner i marken och gro. En markberedning, ej blott ett avlägsnande av lavtäcket, är sålunda nödvändig, om man vill åstadkomma en föryngring i dessa skogar. Angående dylika markberedningar på tallhedar får jag längre fram tillfälle att tala.

### Skaretryckets betydelse.

Som jag i min föregående uppsats (1910) omnämnt, anses skaretrycket allmänt ha en stor betydelse för de unga tallhedsplantorna. När skaren inom stora områden plötsligt sjunker ned, pressas de med spetsen eller med grenarna infrusna tallplantorna mot marken, bräckas och skadas. Möjligen skapas härigenom angreppspunkter för de parasitsvampar, som LAGERBERG (1912) närmare skildrat.

Ännu har jag ej haft tillfälle att iakttaga ett dylikt skaretryck. Våren 1915 besökte jag i denna avsikt Västerbotten. Snön var dock denna vår ganska lös i ytan, så att man knappast kunde tala om någon egentlig skare. Vidstående bild visar emellertid hur snösmältningen försiggår på heden (fig. 2). Den smälter först bort under och omkring träden. Under träden bilda sig därför snart kala fläckar. Men även de små, halvt oväxtliga tallplantorna bliva snart omgivna av dylika snöfria partier. På bilden ser man åtminstone en dylik planta på en kal fläck, som bildats



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 2. Norrländsk tallhed under snösmältningen på våren. Västerbotten, Degerfors sn., nära Manila. 29/4 1915.

Norrländische Kiefernheide während der Schneeschmelze im Frühling.

runt kring plantan. Även de övriga tallplantorna, som sticka upp över snötäcket äro omgivna av dylika små smälthålor, ehuru dessa ännu ha så liten utbredning, att de ej komma fram på bilden. Genom att tallplantorna på detta sätt befrias från snötäcket, förminskas betydligt risken för deras nedpressning av den vid smältningen hopsjunkande snön. Någon nedpressning av tallplantorna kunde ej heller iakttagas under våren 1915.

Orsaken till denna oregelbundna snösmältning ligger dels däri, att snötäcket under träden ursprungligen varit tunnare än å de mer öppna partierna å heden, dels också i en värmeabsorption av de mörkfärgade tallplantorna. Omkring mörkfärgade föremål smälter som bekant snön fortare bort än å andra platser.

## KAP. II. Tallplantornas tillväxt å olika delar av en hed.

I min förut omnämnda avhandling (HESSELMAN 1910) redogjordes tämligen utförligt för, hur tallplantorna på de glesställda tallhedarna företrädesvis utvecklades under och i närheten av äldre, å heden kvarstående träd samt omkring lågor och tullar (se fig. 3 och 4). De mera öppna fälten kunna ganska länge förbli trädlösa, ehuru väl även där tallplantor så småningom växa upp.

Jag har förut sagt (HESSELMAN 1910, sid. 41—42), att en tallföryngring under och i närheten av de äldre träden är vanligare å sandhedar än å moränmarker. Detta torde dock knappast vara fallet. Vackra föryngringar under de äldre träden finner man sålunda i hela övre Dalarna, framförallt i Älvdalens kronopark, likaså å kronoparken Östra Jörnsmarken. I båda fallen ha vi att göra med torra moränmarker. Öster om stationen Långträsk i södra delen av Norrbotten träffas å plana moränmarker ytterst glesa och magra tallhedar. Markbetäckningen utgöres av ett lågt, glest lavtäcke (*Cladina silvatica*, *Cl. rangiferina*, *Cladonia*, *Stereocaulon paschale*, *Nephroma arcticum*) med mycket sparsamt insprängda mossor (*Dicranum bergeri*). Ljungen är gles och låg, ännu mer gäller detta andra ris såsom blåbär, som förekommer i ytterst låga, enstaka exemplar. Å de kala fälten finns det rikligt med små, oväxtliga tallplantor av samma beskaffenhet som plantorna å det förut beskrivna fältet å Fagerheden. Under tallar med mera frodiga kronor samt kring de på heden förekommande, mycket spridda granarna finnas emellertid rätt vackra, växtliga ungtallar. Förekomsten av ungtallar omkring och under de äldre träden beror sålunda mera av dessas beskaffenhet än av markens geologiska natur.

För att närmare förstå de fysiologiska villkoren för tallarnas utveckling



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. LAGERBERG.

Fig. 3. Tallplantor, växande upp kring en gammal tull på en tallhed. Västerbotten. Jörns socken. Juli 1911.

Norrländische Kiefernheide. Die jungen Bäume kommen in der Nähe von alten, trockenen Baumzöpfen vor.

på de olika delarna av heden har en undersökning av deras tillväxtkurvor ett visst intresse. Jag har undersökt denna sak på så sätt, att tallar, som nått en höjd av 1,8 m eller mera, avsågats tätt intill marken, varefter träden kapats vid jämnt 1,8 m över marken. Detta stamparti har sedan sönderdelats i sektioner om 3 decimeters längd. Vid rotskivan och å övre ytan av varje sådan sektion ha årsringarna räknats. På så sätt har jag bestämt trädets ålder för var tredje decimeter, det vuxit.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 4. Tallplanter, uppväxande i skyddet av en gammal tull å en starkt uthuggen torr tallhed. Lappland. Gellivare sn. Juli 1904.

Norrländische Kiefernheide. Die Kiefernpflanzen wachsen im Schutze des am Bodenliegenden Baumzopfes empor.

Tallplanter ha för detta ändamål insamlats på olika ställen, nämligen 1) på de öppna, mera kala fälten, 2) under skyddande äldre tallar, 3) under skyddande äldre granar, 4) invid tullar och lågor. Resultaten illustreras av kurvorna i fig. 5—7.

Fig. 5 stöder sig på en undersökning av 30 st. tallar från kronoparken Östra Jörnsmarken. Tio tallar ha insamlats på mera kala, öppna partier i tallheden, tio stycken bland sådana, som vuxit upp i skydd av äldre träd, och slutligen 10 st. invid på marken kvarliggande tullar (se fig. 3). Samtliga tallar ha utvecklat sig mycket långsamt, i synnerhet

under den första tiden. De hade en genomsnittsålder av 6,5 år vid en höjd av tre decimeter. Vid dessa åldersbestämningar har ingen hänsyn tagits till, att man även borde räkna en del årsringar hos stamdelen under jordytan. Hos tallhedsplantorna, som vanligen utveckla sig så ytterst långsamt i ungdomen, kan detta lilla korta stamstycke representera ganska många år. Träden ha emellertid avsågats så nära markytan som möjligt, så att de härav föranledda felen i trädets totalålder nedbringats till det minsta möjliga. Tallarna under tallkronorna ha sedermera

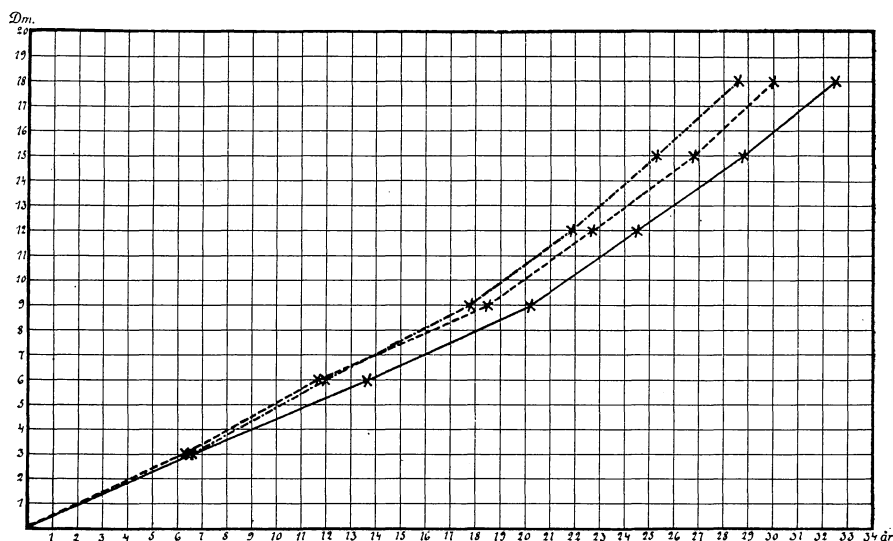


Fig. 5. De unga tallarnas höjdtillväxtkurvor å kronoparken Östra Jörnsmarken.

Höhenzuwachskurven junger Kiefernpflanzen.

- — — — — tallar från kalt fält (kahles Feld).
- - - - - » i närheten av en tull (in der Nähe von trockenem Baumzöpfen).
- · - · - · » insamlade under en äldre tall (unter älteren Kiefern).

företett den snabbaste utvecklingen, så att de nått en höjd av 1,8 m vid en medelålder av 28,6 år. Därefter komma de tallar som vuxit upp kring tullarna, de ha uppnått samma höjd vid 30,0 års medelålder. Den långsammaste utvecklingen visa tallarna på de öppna fälten, de ha nått 1,8 meters-höjden vid en medelålder av 32,5. Som synes, äro skillnaderna små, samtliga plantor ha utvecklat sig ytterst långsamt, sämst dock plantorna på de öppna fälten.

Fig. 6 visar en större skillnad mellan plantorna från de olika platserna å heden. Den baserar sig på en undersökning av 10 st. tallar, av vilka fem insamlats under äldre tallar, fem invid på marken liggande tullar. Tallarna insamlades å samma plats å krpk. Östra Jörnsmarken, som i

föregående undersökningsserie. Tallarna ha till att börja med företett en mycket likartad tillväxt. De ha för de första tre decimetern använt i ena fallet 4 år, i andra fallet 4,2 år, sålunda samma tid. Tallarna under träden ha sedermera en snabbare tillväxt, så att de uppnått en höjd

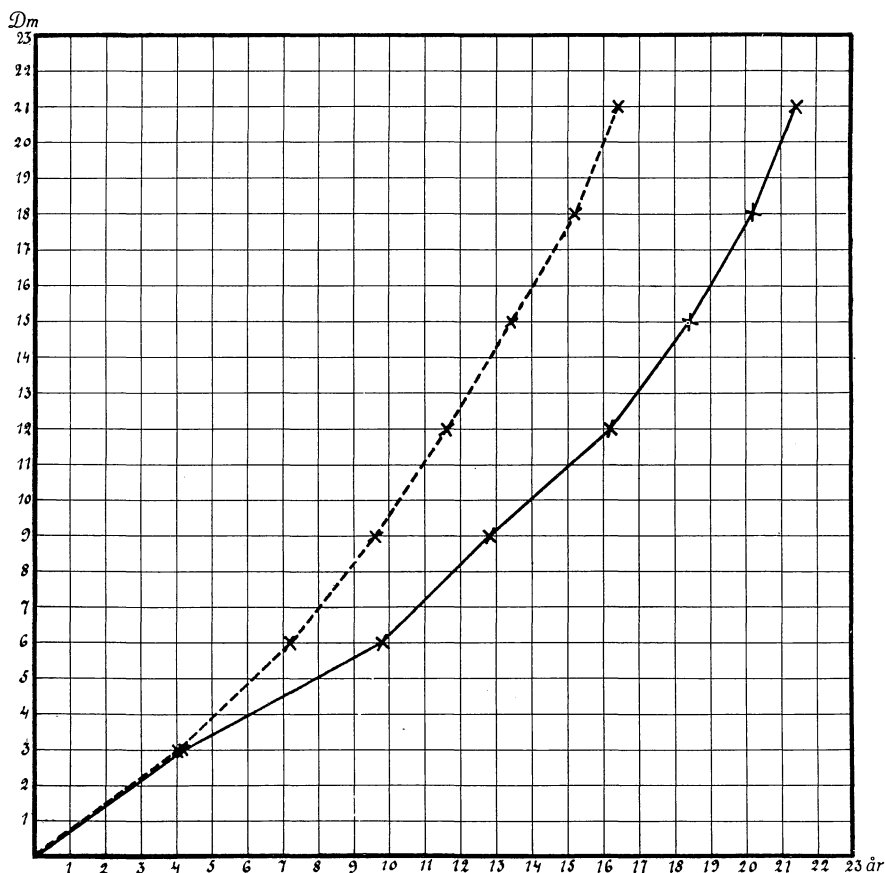


Fig. 6. De unga tallarnas höjdtillväxtkurvor. Kronoparken Östra Jörnsmarken.

Zuwachskurven junger Kiefern.

----- tallar under äldre tallar (unter älteren Kiefern).

— invid gamla tullar (in der Nähe von Baumzöpfen).

av 2,1 m vid en medelålder av 16,4 år, medan tallarna invid tullarna vid samma höjd ha en medelålder av 21,4 år. Sålunda har man i denna provserie en större skillnad, höjdtillväxten har dock i början alltför varit svag.

Ett något annat resultat har jag erhållit vid undersökningen av 30 st. tallar, insamlade å försöksfältet vid Fagerheden i Norrbotten. Här in-



samlades 10 st. tallar bland sådana, som vuxit upp på fritt fält, 10 st. bland dem, som vuxit upp under tallkronor, och likaledes 10 st. intill granar (se fig. 4—6 hos HESSELMAN 1910). Resultatet återgives i fig. 7. Tallarna på de öppna fälten ha utvecklat sig bäst, därefter tallarna invid granarna (jfr fig. 6 hos HESSELMAN 1910, sid. 40) och långsammast ha tallarna vuxit under de äldre tallkronorna. Tallarna på öppet fält ha vid 1,8 meters höjd en medelålder av 24,1 år, de, som stå invid granarna, en medelålder av 27,8 år och slutligen de, som stå under

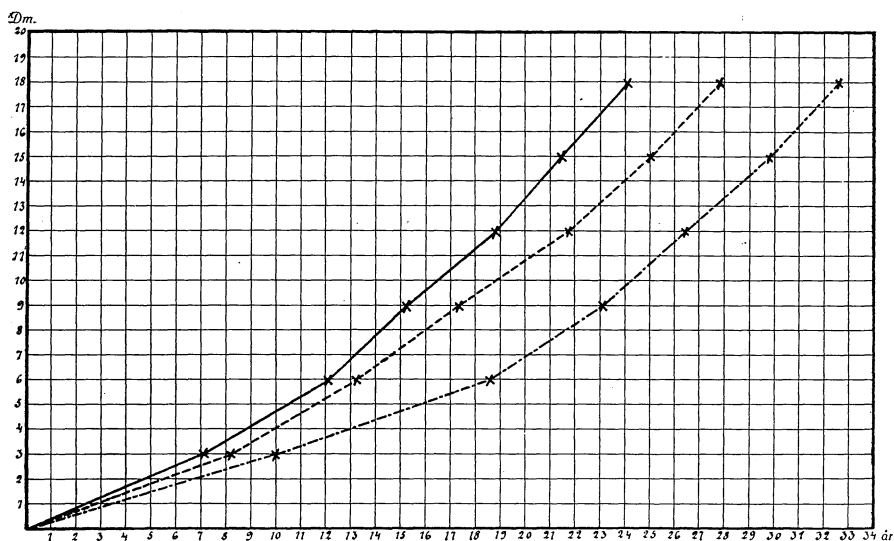


Fig. 7. De unga tallarnas höjdtillväxtkurvor. Fagerheden.  
Höhenzuwachscurven junger Kiefern.

— tallar å öppet fält (kahles Feld).  
- - - i skydd av granar (im Schutze von Fichten).  
- · - i » » tallar ( » » » älteren Kiefern).

tallarna, en medelålder av 32,6 år. Skulle man av trädens ålder sluta sig till, var de ha de bästa utvecklingsbetingelserna, så skulle man, vad förhållandena å Fagerheden beträffar, otvivelaktigt svara, att de mer öppna fälten äro bäst, och att de sämsta betingelserna finnas under tallkronorna. Men under tallkronorna träffar man små täta bestånd av ungtallar, medan de öppna partierna endast mycket långsamt intagas av en ungskog. Hur skall denna motsats kunna förklaras?

Å kronoparken Östra Jörnsmarken däremot äro utvecklingsbetingelserna något sämre å de öppna fälten än under tallkronorna, men skillnaden är obetydlig. I förhållande till denna obetydliga skillnad förefaller det rätt egendomligt, att föryngringen på de mera öppna tallhedspartierna går ytterst långsamt, medan man finner små vackra ungskogsgrupper

under äldre tallar. En förklaring till dessa företeelser kan emellertid erhållas genom ett noggrannare studium av markbeskaffenheten inom de olika delarna av en tallhed, framförallt en undersökning av själva humustäcket. De senare årens undersökningar ha varit inriktade på att lösa denna fråga, men innan jag redogör för de därvid vunna resultaten, anser jag det lämpligt att först meddela några andra observationer angående markens beskaffenhet i tallhedarna.

### KAP. III. **Kemiska analyser av marken i tallhedarna.**

Genom en kemisk analys kan man visserligen, såsom också TAMM (1917) framhåller i en uppsats, publicerad i föreliggande häfte av Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, icke fastställa en jords produktionsförmåga, men man kan genom en sådan vinna en viss inblick i dess egenskaper, utvecklingshistoria etc. och i andra förhållanden, som ha betydelse för att bedöma dess värde såsom skogsmark. Jag har därför låtit utföra några analyser från skilda delar av det närmare studerade studiefältet å Fagerheden. Analyserna bestå dels i en undersökning av de mineraliska beståndsdelar, som lösas vid provens kokning med 20 % saltsyra, dels ock i fullständiga analyser (bauschanalyser, se närmare TAMM 1917).

Genom saltsyremetoden har jag sökt utröna, om det finnes några skillnader mellan sanden å de mera öppna, ännu obevuxna fälten och de redan skogbevuxna partierna. För att få fram de skillnader, som möjligen finnas, och på samma gång få en djupare inblick i markens beskaffenhet, ha, såsom det riktiga är vid skogsmarksanalyser, de olika skikten analyserats var för sig, sålunda blekjorden, rostjorden och den underliggande, ovittrade eller mycket svagt vittrade sanden. Åtta olika profiler ha på så sätt undersökts, fyra från de öppna fälten, fyra från de trädbevuxna partierna. De mer detaljerade resultaten återfinnas i tab. 1. Innan jag något närmare redogör för dessa, torde några anmärkningar böra förutskickas angående det sätt, varpå proven samlats.

Sedan det översta, merendels tunna humustäcket avlägsnats, avjämnades den översta markytan med en kniv. Medels en i båda ändar öppen cylinder om 5 cms höjd, som nedpressades i marken, uttogs därefter ett jordprov om en liters rymd. På så sätt uttogs ett prov av de fem översta centimeterna av blekjordslagret. Därpå avlägsnades blekjordslagret fullständigt inom en mindre yta, och på samma sätt som av blekjorden togs ett prov av rostjorden. Därpå grävdes något djupare, och av den så gott som ovittrade sanden på 45 cms djup togs ett nytt prov

på samma sätt som av de övre lagren. Av dessa prov uttogos för analys lagom stora portioner.

En granskning av analysresultaten (tab. 1) visar till en början, att de översta fem centimeterna äro på de öppna fälten mindre urlakade på i saltsyra lösliga näringssalter än i de trädbevuxna partierna.<sup>1</sup> I medeltal är blekjorden inom dessa delar av heden rikare på kalk, kali, fosforsyra och magnesia. I vissa fall äro skillnaderna icke obetydliga. Rostjorden däremot är rikare under träden än ute på de kala fälten. Jämför man de kala fälten och de bevuxna partierna med hänsyn till de i blek- och rostjorden tillsammans befintliga näringssalterna, visar sig en liten skillnad till de bevuxna partiernas förmån. Skillnaden är dock så obetydlig, att den knappast torde ha någon betydelse. På ett djup av 45 cm visa analyserna så gott som samma resultat. Man har sålunda en viss rätt att antaga, att marken inom de olika delarna av heden ursprungligen varit mycket likformig och att de små skillnader, som finnas i ytan, förorsakas av den något olika vittringen på de öppna, obevuxna fälten och under träden. Då den form av vittring, som här förekommer, nämligen podsolering, huvudsakligen regleras eller förorsakas av humustäcket och de organiska ämnen, som utlösas ur detta genom regnvattnet, så är det ju rätt naturligt, om podsoleringen är mera utpräglad i skogen och under träden än på de kala fälten. På de förra platserna är humustäcket mäktigare än på de senare. Vid ett annat tillfälle torde jag få återkomma till några frågor, som stå i samband med dessa iakttagelser.

Det kan vara av ett visst intresse att jämföra saltsyreanalyserna av marken å Fagerheden med liknande analyser av norra Tysklands sandjordar. Dylika jämförelser kunna emellertid endast göras med en viss reservation, då de förutsätta, att markerna för övrigt äro lika och analysmetoderna fullt identiska. Såsom lämpliga jämförelseobjekt kunna emellertid anföras VOGEL VON FALCKENSTEINS analyser av sandjordsprov från nordtyska tallskogar (se närmare TAMM 1917). Jämför man hans siffror med de här meddelade, finner man en avgjord överlägsenhet hos de svenska jordproven. Ehuru de härstamma från en hed, som vi skulle vilja kalla mager, och som är bevuxen med en mycket sakta växande tallhed, visa dock analyserna högre halter näringsämnen än de sandjordar, som i Nordtyskland tillhöra näst högsta bonitetsklassen för tall. Hålla vi oss till ett djup av 45 cm, visar sig marken i denna hed i Norrbotten innehålla vida större mängder av i saltsyra lösligt kali, kalk, magnesia och fosforsyra än de nordtyska sandjordarna. Dessa producera dock, tack vare en god beståndsvård, utmärkt vackra tallskogar. Sand-

<sup>1</sup> Proven kokades i 20 % saltsyra under en timme. Analyserna utfördes av framlidne dr ALBERT ATTERBERG å kemiska stationen i Kalmar.

jorden vid Fagerheden är starkare podsolerad än de sandjordar, som VOGEL VON FALCKENSTEIN undersökt, d. v. s. blek- och rostjordslagren äro mera utpräglade, men det lider intet tvivel om, att sanden vid Fagerheden i kemiskt hänseende är överlägsen den nordtyska sandjorden. Tallskogens dåliga tillväxt å Fagerheden är därför närmast ett utslag av klimatet och det dåliga tillståndet hos marken, ej av någon av dess kemiska natur härrörande ringa produktionsmöjlighet.

De i tab. 2 meddelade analyserna avse markens totala halt av kali, kalk, järn, lerjord, fosforsyra etc. Man har här ett slags uttryck för markens potentiella förråd av växtnäringsämnen, som genom vittringen så småningom lösliggöras och bliva tillgängliga. Gör man i detta avseende en jämförelse med de förut omtalade nordtyska sandjordarna<sup>1</sup>, finner man en stor överlägsenhet hos de svenska jordproven. Markens totalförråd av kali och magnesia, ja även av kalk är vida större på Fagerheden än i Nordtysklands sandjordar. Liknande erfarenheter gör man mycket ofta vid jämförelse mellan analyser av svenska skogsjordar å ena sidan, danska, tyska, belgiska sandjordar å den andra. Vår skogsmark är mer eller mindre direkt en krossningsprodukt av våra urberg, som äro rika på ur växtnäringsynpunkt värdefulla mineral. Endast på kalk råder en relativ brist. Vår skogsmark har sålunda stora produktionsmöjligheter och bör, såsom TAMM (1917) påpekar, praktiskt taget i oändliga tider kunna bibehålla sin produktionsförmåga utan gödsling. Då vi emellertid på våra marker ej ha samma kraftiga, växtliga bestånd, som man kan uppnå på Tyskands sandjordar, så beror detta närmast på att de av markens mineralrikedom beroende produktionsmöjligheterna mindre väl utnyttjas. Det råare, kallare klimatet håller tillbaka vittringen. Först när denna process förlöper tillräckligt hastigt och i en för växtvärlden gynnsam riktning, kunna de stora näringsförråden utnyttjas av träden.

De i tab. 2 meddelade analyserna äro även i ett annat avseende av intresse. De illustrera ganska ingående själva podsoleringsprocessen. De visa, hurusom blekjorden uppkommit genom en stark urlakning av de översta markskikten. Järnoxid och lerjord, kalk, kali och även fosforsyra ha lösts ut men sedermera till en del anhopats i rostjorden, som är jämförelsevis rik på växtnäringsämnen. Det finaste materialet i blekjorden, partiklar med en högsta diameter av 0,02 mm, ha avslammats och särskilt analyserats. Analyserna visa, att det ej råder någon väsentlig skillnad i kemiskt hänseende mellan detta fina, genom blekjordens vitting bildade slam och den underliggande, alldeles ovittrade sanden. Detta talar utan tvivel för TAMMS uppfattning (1915) angående podsoleringsförhållande till de olika mineralen i marken. Enligt honom lösas vid

<sup>1</sup> Totalanalyser hos RAMANN (1886.)

podsoleringen de flesta mineralen, dock främst de mörka, i mindre grad däremot de sura fältspaterna. Dessa synas mera uppluckras i själva ytan, medan kvartsen ej påverkas alls.

Så långt som de kemiska analyserna kunna upplysa oss om markens beskaffenhet tala de ej för någon dålig produktionsförmåga, snarare tvärtom. Visserligen kunna de kemiska analyserna ej ge något i växtfysiologiskt hänseende tillfredsställande svar angående markens näringsrikedom, men allt tyder på att den väsentliga orsaken såväl till tallhedens dåliga tillväxt som framförallt till dess långsamma och egendomliga förnygringsätt ligger i humustäckets beskaffenhet och då närmast i det sätt, varpå det viktiga kvävet där frigöres. Vi gå därför till att närmare undersöka denna fråga.

#### KAP. IV. Humustäckets beskaffenhet och egenskaper inom olika delar av en tallhed.

##### Humustäckets mäktighet. Kväverikedom.

Vegetationen å en starkt glesställd tallhed visar en rätt stor växling. På de mera öppna eller kala partierna utgöres markbetäckningen huvudsakligen av ljung, vanligen i mera spridda exemplar, samt lavar, under träden förekomma även andra ris än ljung, nämligen lingon, kråkris, ävensom blåbär, ehuru vanligen i små och svaga individ. Lavarna ersättas ibland av ett barrtäck, ibland av mossor, som vanligen bli mest dominerande på nordsidan om trädet, där fuktigheten väl är något större än på sydsidan.

Markbetäckningen i de mer slutna bestånden liknar den, som man träffar under de mera enstaka förekommande träden. I föregående avhandling (HESSELMAN 1910) har jag lämnat några exempel på markbetäckningens sammansättning i de slutna bestånden å Fagerheden. Då jag här nedan även närmare behandlar tallhedarna å krpk. Östra Jörnsmarken, lämnas här några anteckningar från de där närmare undersökta områdena.

Markbetäckning i ett äldre, mera slutet bestånd å krpk. Östra Jörnsmarken, Västerbotten (se även fig. 8).

Ris r.

*Calluna vulgaris* r.

*Vaccinium vitis idæa* str.

*Myrtillus nigra* spr.

*Empetrum nigrum* »

Gräs och örter saknas.

Mossor spr.

*Hylocomium parietinum* spr. fl.

*Dicranum fuscescens* »

» *undulatum* »

*Dicranum scoparium* spr.

» *bergeri* e.

## Lavar r.

*Cladina rangiferina* r.  
 » *silvatica* r.  
*Nephroma arcticum* str.

*Cladina alpestris* spr.  
*Stereocaulon paschale* str.

Tallheden växer på en svagt vågig moränmark. I de föga framträdande sänkorna i marken äro *Myrtillus nigra*, *Hylocomium parietinum* och *Nephroma arcticum* något vanligare än å de mera jämna partierna.

Invid detta bestånd finnes ett sedan gammalt kalt fält med ytterst långsam föryngring och en mycket torftig vegetation.

## Markbetäckningen å kalfältet:

Träd str.-r. små oväxtliga plantor.

*Picea abies*  
*Pinus silvestris*

*Betula verrucosa*  
*Populus tremula*

Ris förekomma i mycket låga, magra exemplar.

*Calluna vulgaris* r.  
*Vaccinium vitis idæa* spr.

*Myrtillus nigra* e.

Mossor fläckvis spr. el. str.

*Polytrichum juniperinum* str.

*P. piliferum* spr.

## Lavar r.

*Cladina silvatica* r.  
*Stereocaulon paschale*

*Cladonia* spr.  
*Solorina crocea* »  
*Cetraria islandica* e.

På detta fält utlades det sedermera omtalade försöksfältet å krpk. Ö. Jörnsmarken.

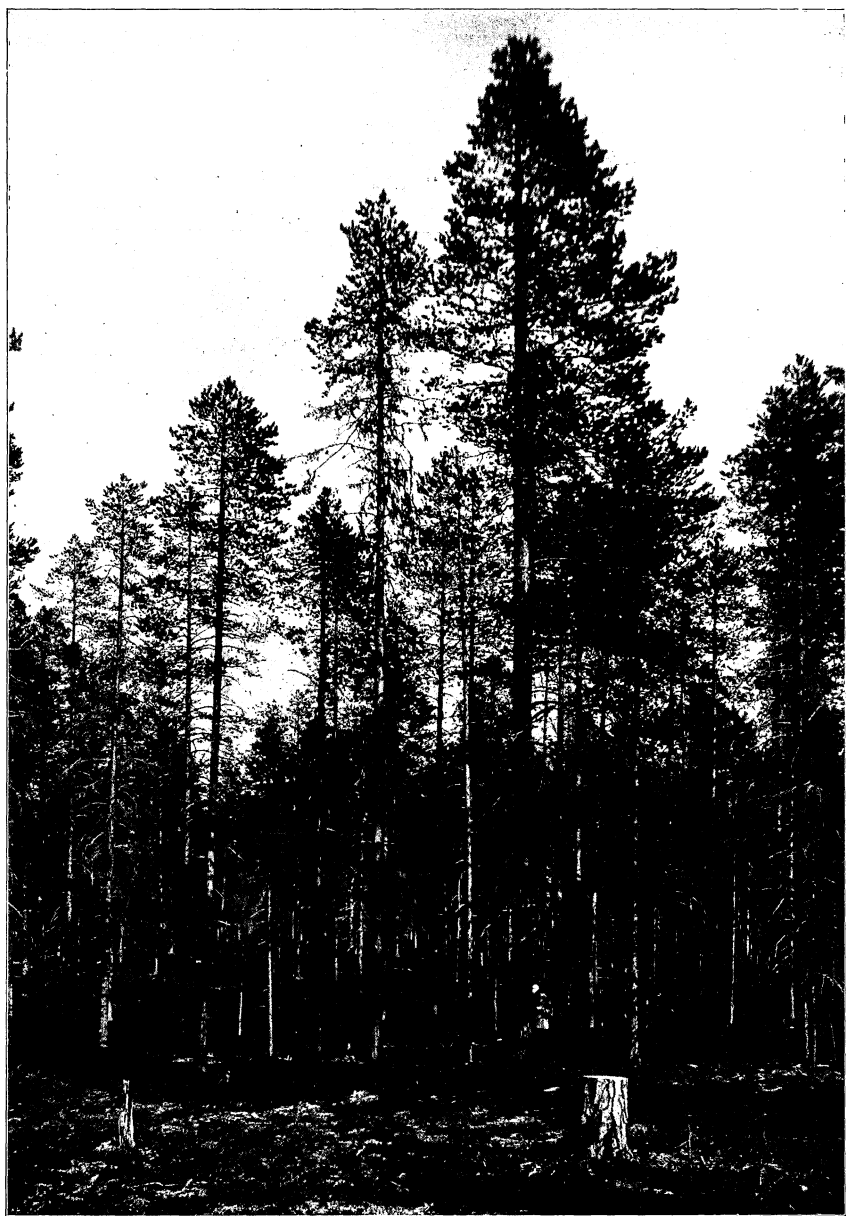
I samband med växlingarna i markbetäckningen stå olikheter i humustäckets beskaffenhet och mäktighet. På de öppna, kala partierna i heden är det tunt, stundom av en mera seg, sammanhållande beskaffenhet, under de fristående träden och i beståndet är det både mäktigare och av en luckrare struktur. För att få några mera kvantitativa, bestämda mått har jag på ytor av jämnt en kvadratmeters storlek hopskrapat humustäcket, torkat och vägt de på så sätt hopsamlade proven. De erhållna värdena återfinnas i tab. 4. De synas mig emellertid äga så stort intresse, att de även förtjäna ett omnämnande i texten.

De hopsamlade proven rensades noga från kvistar, barr och dylikt, varefter mindre prov uttogos för bestämning av fuktighet och humushalt, den senare beräknad som glödningsförlust av vid 100° torkat prov.

## Humus per kvm.

(Humushalten bestämd genom glödningsförlusten.)

	Fagerheden	Östra Jörns- marken
Bestånd .....	2,698 gr.	1,199 gr.
Under tall med ungtallar .....	1,515 »	»
Under en uppväxande ungtall .....	997 »	»
Under en multnande tull .....	»	961 »
Öppet, kalt fält .....	624 »	1) 611 »
		2) 405 »



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 8. Äldre tallhed å krpk. Östra Jörnsmarken. Västerbotten. Aug. 1906.

Ältere Kiefernheide in Norrland.

Av de meddelade siffrorna framgår med all önskvärd tydlighet, huru mycket tunnare humustäcket är på de mera öppna fälten än under de ensamstående träden eller i de mera slutna bestånden. Härtill kommer, att humustäcket torkar ut mycket mera på kalfälten än inuti bestånden (se HESSELMAN 1910).

I samband med den olika humusmängden står den olika tillgången på kväve. Nedanstående uppgifter äro ägnade att belysa denna sak.

#### Kvävetillgång i olika delar av en tallhed.

	Fagerheden.		Östra Jörnsmarken.	
	Humusens kvävehalt %	Kvävemängd per kvm. gr	Humusens kvävehalt %	Kvävemängd per kvm. gr
Bestånd.....	1,0	70,8	1,8	58,0
Under tall med föryngring	1,6	40,4	—	—
Under uppväxande ungtrall	1,1	26,4	—	—
Under en multnande tull	—	—	1,4	27,7
Kalt fält .....	1,7	26,4	2,0	26,6
			2,0	43,3

De erhållna värdena visa en rätt god inre överensstämmelse. De öppna fälten vid Fagerheden visa i det närmaste samma kvävetillgång som på Östra Jörnsmarken. Det ena provet har dock en förvånande hög kvävehalt, det förhåller sig också i andra hänseenden något egendomligt, varför man möjligen har att göra med en mera tillfällig avvikelse.

Den betydelse, som olikheterna i kvävetillgången har för skogens utveckling, beror emellertid icke så mycket på de absoluta kvävebeloppen, som fastmer på den hastighet och det sätt, varpå detta kväve kan bliva tillgängligt för de högre växterna. Denna sak har jag studerat efter olika metoder, som i huvudsak gett samma resultat.

#### Humuskvävets vattenlöslighet.

I tab. 4 redogöres för de kvävekvantiteter, som man med destillerat vatten kan lösa ut ur humusproven. Metoden lämnar ingen djupare inblick i humuslagens olika kemiska natur, lika litet som i beskaffenheten av de ämnen, som på detta sätt utlösas. Ej heller kan man medels denna metod bestämma kvantiteten av ett så viktigt växtnäringsämne som ammoniak, det absorberas så starkt av marken, att det ej löses av enbart rent vatten. Enligt VALMARI (1912) kan man emellertid genom att som extraktionsmedel använda svagt klornatriumhaltiga lösningar (0,1—0,5 n NaCl) ur torv och humus lösa såväl ammoniak som de assimilerbara organiska kväveföreningarna. En liknande metod hade tydligen varit att föredraga, men då den använda extraktionsmetoden trots sina brister dock lämnar en viss inblick i de olikheter, som finnas



mellan de olika humusformerna på en tallhed, må en kortare redogörelse lämnas för resultaten.

Undersökningen har tillgått på så sätt att, sedan proven insamlats och rensats, en viss kvantitet (40 gr) avvägts och extraherats med rent, destillerat vatten under två dygn. Extraktionen utfördes i en stor, med en glasskiva täckt glasbägare, med en glasstav omrördes ofta provet under extraktionstiden. Efter två dygn avsifonerades en viss del av lösningen, varefter det avsifonerade indunstades. För att binda förekommande ammoniakföreningar tillsattes under avdunstningen svavelsyra. Genom kvalitativa prov hade jag förut övertygat mig om, att salpetersyra ej fanns i proven. När lösningen indunstats till 10 kbcm överfördes den i en KJELDAHL-kolv för kvävebestämning på vanligt sätt. En annan del av provet avvägdes och lades i en vanlig glasbägare samt fick sedan stå i ett träskåp i mitt arbetsrum under flera månader, varunder det omväxlande torkade och återigen fuktades med destillerat vatten. Under denna tid genomgå humusproven en kemisk sönderdelning eller förmultning, därpå extraherades de på förut omnämnt sätt, varefter det i vatten lösliga kvävet bestämdes.

Tab. 4 innehåller en redogörelse för resultaten. Den visar, att den humus, som bildas i bestånden, innehåller ett i vatten lättare lösligt kväve än den humus, som förefinnes på de öppna, mera kala fälten. När proven under en längre tids förvaring i en glasbägare ytterligare förmultnat ökas vanligen kvävet löslighet och mest hos proven från bestånden. Det kväve, som dessa prov innehålla, synes sålunda vara lättare mobiliserbart än kvävet i humusen på de öppna fälten. I tab. 5 inta proven insamlade under de mer ensamstående träden på de öppna tallhedspartierna en mera osäker mellanställning.

Resultaten äro dock något växlande, ett prov från de öppna fälten å Ö. Jörnsmarken, nämligen det nyss omnämnda, mycket kväverika, visar sålunda en mycket hög procent lösligt kväve. Undantages detta även i andra avseenden avvikande prov, visar den humus, som bildas i bestånden, under lågor etc. större löslighet av det förefintliga kvävet än de andra humusformerna på heden. Större och mera bestämda olikheter framträda emellertid i de försök, vilkas resultat återfinnas i tab. 6.

Proven i dessa försök ha stått och förmultnat i glasbägare från slutet av nov. 1909 till början av mars 1911. De insamlades å försöksfältet å Fagerheden och togos dels i ett slutet bestånd invid Rokån (se närmare HESSELMAN 1910 sid. 44), dels under en fristående tall med riklig förnygring och slutligen på ett öppet fält med små, svagt växtliga tallplanter. I detta fall bestämdes ej kvävet löslighet omedelbart efter insamlandet, men efter den långa multningstiden av ett och ett kvarts år

är skillnaden mellan de olika jordproven högst betydande. Jordprovet från beståndet innehåller kväveföreningar, som till vida större mängd gå i lösning än provet från det öppna fältet. I det förra provet gå 36,4 % av kvävet i lösning, i det senare endast 5,3 %. En mellanställning intar det humusprov, som insamlades under fristående tall med för-yngring. Med sina 30,9 % kommer det emellertid humusprovet från be-ståndet mycket nära. Tabellen innehåller emellertid även några andra undersökningar. Några av proven ha, innan de sattes till förmultning, upphettats till 90°, resp. 130°. Dessa prov visa sig vid förmultnings-tidens slut innehålla vida mindre mängder vattenlösligt kväve än de icke upphettade.

Dessa resultat tala för att ökningen av de i vatten lösliga kvävefö-reningarna förorsakas av vissa organismer. Genom upphettningen steri-liseras proven och mikroorganismernas verksamhet blir mer eller mindre nedsatt. Resultaten kunna möjligen anses stå i en viss motsats till andra försök angående den inverkan, som jordens upphettning har på kväveföreningarnas löslighet. Genom en sådan ökas nämligen ofta lös-ligheten, men i detta fall har säkerligen upphettningen gått för långt. I båda fallen ha proven hållits en timme vid den angivna temperaturen. En annan sak, som talar för att denna ökning av de kvävehaltiga äm-nenas vattenlöslighet förorsakas av mikroorganismer, finner man av pep-tonspaltningförsöken. Ifrån Fagerheden ha jordprov insamlats för ut-förande av dylika försök. Jordproven visa en mycket låg peptonspalt-ningsförmåga (se tab. 8), minst dock proven från de öppna fälten, högst de prov, som tagits i bestånd eller under träd med för-yngring. De jordprov, som visat den största halten av vattenlösliga kväveföreningar, ha sålunda också visat den största peptonspaltningförmågan. Så långt man kan döma av de kvävehaltiga föreningarnas vattenlöslighet lik-som av peptonspaltningförsöken, bör det humuskväve, som finnes i humustäcket i beståndet eller under de fristående träden, vara lättare till-gängligt för träden än det humuskväve, som finnes på de kala, svår-för-yngrade fälten.

Ehuru de försök, för vilka jag nu i korthet redogjort, ej kunna ge någon djupare inblick i den kemiska beskaffenheten hos de olika humus-formerna på våra tallhedar, vittna de dock, att viktiga skillnader förefin-nas. Dessa framkomma ännu mer genom de försök, för vilka jag här nedan kommer att redogöra.

#### **Humuskvävets nitrificerbarhet.**

Tallhedarna höra till de skogstyper, där humuskvävet under normala omständigheter ej nitrificeras. Talrika jordprov från de olika partierna

på våra svårföryngrade tallhedar ha undersökts med hänsyn till sin nitrifikationsförmåga.

Samtliga försök ha givit rent negativa utslag. Jordproven förmå ej framkalla någon nitrifikation i lösning, ej heller bilda de vid lagring nitrater (se tab. 10 och tab. 11 nr. 1—5). De visa vid längre tids lagring icke ens en så svag salpeterbildning, som man iakttar hos råhumusproven från våra mossrika granskogar eller barrblandskogar (se HESSELMAN 1917 a). Utslagen äro lika rent negativa antingen man insamlar jordproven på de öppna falten, under de ensamstående tallarna med riklig tallföryngring eller i de mer slutna bestånden. I intet fall har jag observerat någon nitrifikation av humuskvävet (se närmare tab. 11).

Man behöver dock icke se sig mycket omkring i våra skogar, förrän man skall finna, att humuskvävet även i våra tallhedar under vissa omständigheter är nitrifierbart. I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917 a) har jag redogjort för den nitrifikation, som humuskvävet undergår, när humustäcket inblandas med det underliggande gruset. Isynnerhet utmed vägkanter har man rikliga tillfällen att göra direkta iakttagelser häröver. Även när vägen går genom tallhed och ej är alltför gammal, finner man, att kvävet i det inblandade humustäcket omföres till salpetersyra (HESSELMAN 1917 a, sid. 487). Dylika observationer äro emellertid mindre bevisande; även om vägen knappast trafikeras, kan man dock ej vara säker på, att ej salpeteren härstammar från i urin eller i exkrementer förekommande organiska kväveföreningar. Mera upplysande äro observationer i grustag och grusgropar. Även när marken är bevuxen med en ordinär, mager men sluten tallhed, uppträda i grusgroparna de vanliga nitratofila växterna. I ett dylikt grustag nära Nystrand i Älvsby s:n, Norrbotten, observerade jag sålunda sistförflutna sommar *Epilobium angustifolium*, *Achillea millefolium* och *Rumex acetosella*. Samtliga tre arterna visade sig starkt nitrathaltiga ( $^{30}/_8$  1916). Vid den nyssnämnda byn i Norrbotten ligga åkrarna till stor del på rullstensgrus eller älvsand. På en nyupptagen, nyligen upplöjd, alldeles ogödslad åker på rullstensgrus uppträdde såsom ogräs *Epilobium angustifolium*; den visade sig vid undersökning starkt nitrathaltig. Året förut hade platsen varit bevuxen med en ordinär tallhed med lavar, ljung och kråkris. Då någon gödsling ej förekommit, måste salpetersyran härstamma från humuskvävet, som genom humustäckets inblandning med den underliggande mineraljorden bragts i nitrifierbart tillstånd. Dessa här anförda observationer vittna sålunda om, att ehuru humuskvävet under normala förhållanden ej nitrifieras i våra tallhedar, det dock genom humustäckets inblandning med mineraljord kan bringas i nitrifierbart tillstånd.

Liksom de olika humusformerna på en mera öppen tallhed visa stora olikheter med hänsyn till kvävetts löslighet i rent vatten, visa de ock väsentliga skiljaktigheter i avseende på möjligheterna att överföra det samma till salpetersyra. Detta belyses lämpligen av följande försök.

I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917 b, sid. 991) har jag omnämnt de försök, som ANDERS HOLMGREN gjorde med jordprov från olika delar av tallhedarna å Bispgårdslandets skog.<sup>1</sup> Jordprov insamlades dels under de mera ensamstående tallarna, dels ock från de mera öppna, kala fälten. Jordproven lades i lådor, som nedgrävdes nästan till kanten i sand, varefter tallfrö utsåddes i lådorna. Tallplantorna utvecklade sig bäst i den jord, som insamlats under träden; de kommo även till utveckling i den jord, som insamlats på de öppna fälten, men blevo där lägre, barren blevo kortare och fingo en mera blekgrön färg (se HESSELMAN 1917 b). Jordproven blevo vid insamlandet rätt mycket blandade med sand, humushalten i försökslådorna uppgår på sin höjd till något över 21 %. Denna sandinblandning jämte den luckring, som humusproven genomgått, ha förorsakat rätt stora förändringar i humusens beskaffenhet. Humusen i försökslådorna har en mera lucker och lös struktur än humustäcket på tallhedarna. Men förändringarna äro även av kemisk beskaffenhet. I lådorna med den jord, som hämtats under tallarna på heden, uppenbarade sig en del ogräsplantor (se HESSELMAN 1917 b, sid. 992), av vilka åtminstone en gav kraftig nitratreaktion, i den andra lådan funnos ej några liknande plantor. Dessa olikheter i lådornas ogräsvegetation sammanhånga med viktiga olikheter i kväveomsättningen. Den jord, som hämtats under träden, bildar tack vare de förändringar, den genomgått i lådorna, rikligt med salpeter, den jord, som hämtats ute på de öppna fälten, bildar endast minimala mängder trots att den behandlats på samma sätt (tab. 7). De mängder salpeterkväve, som erhållas vid jordprovns lagring, äro högst betydande, men proven innehålla jämförelsevis stora halter salpeterkväve även utan lagring, t. ex. prov nr. 4, tab. 7, som analyserades omedelbart efter sitt insamlande tidigt på våren 1916 (se vidare tab. 7). De prov, som härstamma från de öppna fälten, bilda vid lagring ungefär samma mängder salpeterkväve, som råhumusproven från mossrika barrskogar, nämligen 0,4 à 0,6 mg per kg jord.

Några av lådorna fylldes med rostjord, sålunda med en på mineraliska växtnäringsämnen rik jordart, plantorna i dessa lådor blevo dock mycket svaga. Rostjorden är emellertid fattig på kväve och någon nitrikation förekommer ej heller vid lagring (se tab. 7).

<sup>1</sup> HOLMGRENS försök anlades våren 1910—1911, jordprov för analys (se tab. 7) togos ur lådorna med försökskulturer våren 1916. De hade sålunda legat i lådorna sex, resp. fem år.

De här refererade undersökningarna visa sålunda, att någon nitrifikation ej förekommer i tallhedarnas humustäcke under normala förhållanden. Med den erfarenhet, som vi förut vunnit angående kväveomsättningen i våra skogsmarker, var ju detta ej heller att vänta. På olika delar av en tallhed har emellertid humustäcket en växlande beskaffenhet. Humustäcket på de öppna fälten har ett i vatten mera svårslösligt kväve än humustäcket inuti bestånden. Emellan de olika humusformerna på tallheden förefinnes emellertid en ytterligare mycket viktig skillnad. Vid blandning med sand kunna de humusformer nitrifieras, som bildas under träden, hos de humusformer, som bildas ute på de öppna fälten, inträder vid en sådan behandling endast en ytterligt svag nitrifikation.

Här nedan skall jag söka visa, huru dessa olikheter mellan humusformerna utgöra klaven till en klarare uppfattning av hela tallhedsproblemet. Försökskulturerna å Fagerheden och kronoparken Ö. Jörnsmarken jämte en del observationer från omgivningarna av Jörns station äro i detta hänseende av ett alldeles särskilt intresse.

## KAP. V. Försökskulturer å tallhedar.

De först utförda undersökningarna, som fingo sin avslutning hösten 1909 och som huvudsakligen hade omfattat fuktighetsbestämningar i en svårföryngrad tallhed, hade, som förut nämnts, lett mig till den tanken, att huvudorsaken till tallhedarnas långsamma föryngring vore att söka i humustäckets beskaffenhet. På grund härav började jag redan sommaren 1909 att anlägga kulturförsök för att undersöka, i vad mån man genom praktiska åtgärder kunde sätta tallhedarna i mera produktivt skick. Det viktigaste, man kunde göra, syntes mig vara att söka tillföra tallhedsplantorna en humusjord, vilken innehölle ett lättare tillgängligt kväve än det, som funnes i humustäcket ute på de kala, svårföryngrade fälten. Stora förråd av organiskt bundet kväve ha vi i våra torvmossar. Skulle dessa med ekonomisk fördel kunna användas, hade man ett så gott som överallt tillgängligt medel att försätta tallhedarna i ett mera produktivt skick. För att pröva detta och samtidigt undersöka, hur man bäst och lämpligast skulle kunna anbringa torven på hedarna, anlades försökskulturer dels å det förut närmare undersökta fältet vid Fagerheden, dels ock å ett förut omnämnt och beskrivet kalfält å krpk. Östra Jörnsmarken.

### Försökskulturerna vid Fagerheden.

För försökskulturerna utvaldes ett ganska öppet parti av hedarna vid Fagerheden (se fig. 1 i avhandlingen 1910). Inom ett område av 0,6

har (100 m × 60 m) avverkades de få träd, som funnos, varvid de avsågades så tätt utmed marken som möjligt. Alla större mer växtliga tallplantor uppräcktes. Några på marken kvarliggande lågor, som höjde sig något över lav- och ljungtäcket, bortburos. Härigenom gjordes utvecklingsbetingelserna med hänsyn till ljuset så likformiga som möjligt för tallplantorna över hela fältet. Detta är mycket jämnt, den största höjdskillnaden är i SV—NO och uppgår till ej mer än c:a 80 cm. Kulturfältet har sin längdriktning i norr och söder och är så mycket som möjligt utsatt för den uttorkning, som en stark bestrålning kan medföra.

Vegetationen å försöksfältet hade i aug. 1916 foljande sammansättning.

Buskar.

*Populus tremula* enstaka, ytterst låga och förkrympta individ.

Ris str.

*Calluna vulgaris* str.

*Lycopodium complanatum* e.

*Arctostaphylos uva ursi* enst. fl. r.

*Vaccinium vitis idæa* »

*Empetrum nigrum* enst.

Mossor m. spr.

*Polytrichum commune* spr. fl.

*Polytrichum piliferum* spr. fl.

» *juniperinum* » »

Lavar r-y.

*Cladina silvatica* r-y.

*Cladina uncialis* e.

» *rangiferina* spr.

*Cetraria islandica*

» *alpestris* e.

» *v. tenuifolia*<sup>1</sup> »

*Stereocaulon paschale* spr., fl. y.

*Cladonia deformis* »

insprängd i mattan av *Cladina silvatica*.

» *gracilis* v. *dilatata* »

» *crispata* f. *dilacerata* »

» *coccifera* f. *pleurota* »

Ljungen bildar över hela fältet ett lågt, glest, av lavar avbrutet växttäck. I lavtäcket härskar *Cladina silvatica*. Lavmattan ligger ofta som en kaka på marken med oregelbundna springor eller sprickor, i de smala sprickorna framträder det nakna, svarta humustäcket. *Polytrichum*-arterna bilda ofta små mattor på sådana fläckar, där jorden blottades vid fältets anläggande. På vissa ställen avbrytes lavtäcket av naken, blottad sand, s. k. uppfrysningsfläckar. Endast i sydvästra delen av fältet finnas trenne tuvor *Aira flexuosa*. För övrigt saknas alla örter och gräs. Så långt man kan döma av vegetationen, har sålunda försöksfältet anlagts på en så steril hed som gärna är möjligt.

Å fältet upptogs såddgropar i förbandet 1,5 × 1,5 m, groparna gjordes c:a en halv meter långa och en decimeter breda. I varje grop omrördes jorden synnerligen väl till ett djup av minst 30 cm. För påfyllning i

<sup>1</sup> Denna och följande lavararter benäget bestämda av fil. kand. EINAR DU RIETZ i Uppsala.

såddgroparna användes en väl multnad vitmosseblandad starrtorv från en närbelägen mosse, torven, som hade en kvävehalt av 2,4 %, sönderhackades väl och inblandades till olika mängd och på olika sätt i marken. Fältet indelades i olika parceller eller avdelningar, varje parcell bestod av fem rader om 41 gropar, och samtliga gropar inom varje parcell behandlades på samma sätt. I vissa parceller inblandades torven med sanden, i andra lades den i botten av såddgropen, i andra tätt vid gropens ena eller vid dess båda kortsidor. På detta sätt prövades både det lämpligaste sättet för torvinblandningen och de torvmängder, som borde användas. De olika parcellerna behandlades på nedan angivet sätt.

#### Metoder vid behandlingen av såddgroparna.

Parcell 1. I varje grop inblandades noga 6 liter väl hackad torv, blandad med en näve jord från en potatisåker.

Parcell 2. I varje grop inblandades sex liter torv.

Parcell 3. » » » tre » »

Parcell 4. » » » två » »

Parcell 5. » » infördes utan att blandas med sanden sex liter torv, tre liter på varje kortsida av såddgropen.

Parcell 6. Tre liter torv lades i botten av gropen.

Parcell 7. Två » » » » » »

Parcell 8. » » » » i ena kanten av gropen.

Parcell 9. Ingen torvpåfyllning.

Parcell 10. » »

Parcell 11. Togs i anspråk först sommaren 1911. Råhumus hopsamlades från ett mera slutet bestånd och inblandades i groparna. I varje grop nedhackades och inblandades sex liter råhumus.

Parcell 12. Sedan lavtäcket nödortfikt avlägsnats, hopskrapades den humus, som fanns på fältet, sönderhackades och inblandades i såddgroparna. I varje grop användes sex liter sammanskrapad humus.

I okt. 1909, strax innan marken började frysa, besåddes fältet. I varje såddgrop utsåddes c:a 30 frön. Fröna härstammade från Jörns revir, sålunda från en trakt med ett klimat, alldeles överensstämmande med Fagerhedens. Groningsprocenten uppgick till 83 %. Sådden gick ganska väl till, försomrarna 1910 och 1911 skyddades de unga tallplantorna av gran- eller tallgrenar. I juni 1911 räknades antalet av de såddrutor, där plantor fullständigt saknades; o-rutornas antal uppgingo då i procent av samtliga rutor inom varje parcell till följande belopp:

#### Antal såddgropar utan plantor.

Parcell	1	.....	12,6 %
»	2	.....	7,3 »
»	3	.....	13,7 »
»	4	.....	15,6 »
»	5	.....	5,9 »
»	6	.....	15,6 »

Parcell	7	.....	20,5 %
»	8	.....	8,8 »
»	9	.....	7,8 »
»	10	.....	17,1 »
»	12 <sup>1</sup>	.....	9,3 »

I dessa siffror märker man knappast någon bestämd tendens. Nollrutornas antal faller ganska ojämnt inom de olika parcellerna, utan att



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 9. Försöksfältet å Fagerheden. Kalhygget. Aug. 1916.

Versuchsfeld bei Fagerheden. Der Kahlhieb.

man kan sätta detta i samband med deras olika behandling. Möjligen är orsaken härtil att söka i den omständigheten att för såddgroparnas beskuggning kommo att användas såväl tall som grangrenar. De talrika, små, oväxtliga tallplantorna, som vid kultureernas anläggning funnos å heden, hade sommaren 1913 kommit i ganska vacker tillväxt. Då det kunde befaras, att dessa plantor skulle störa de övriga försöken, bortrycktes de mycket noggrant. Orsaken till deras starkt förökade tillväxt kan sökas i flere omständigheter såsom i det större ljustillträdet, i upphävandet av rotkonkurrensen från de större träden eller i torvtillförseln. För att undersöka

<sup>1</sup> Parcell 11 besåddes först hösten 1911.



vad enbart en kalhuggning kan ha för inflytande på de oväxtliga plantornas utveckling, anlades invid försöksfältet ett ytterligare försök. Samtliga träd avverkades inom en yta av 0,3 har, lågor och dylikt bortfördes, endast små, oväxtliga tallplantor av samma utseende som de i fig. 2 och 3 i min förra avhandling kvarlämnades. Detta kalfält omgavs med ett enkelt stängsel, någon särskild åtgärd har för övrigt ej vidtagits. Under de tre år, som förflutit sedan detta fält anlades, ha de små tall-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 10. Försöksfältet å Fagerheden. Försök med upphävande av rotkonkurrensen genom grävning av ett dike.

Versuchsfeld bei Fagerheden. Versuch einer Beseitigung der Wurzelkonkurrenz durch einen Graben im Sande.

plantorna ej undergått någon mera märkbar förändring (se för övrigt fig. 9). Å det längre fram skildrade försöksfältet å krpk. Östra Jörnsmarken kvarlämnades däremot de oväxtliga tallplantorna, jag återkommer därför till en diskussion av dessas utvecklingsmöjligheter.

Inom skogslitteraturen talas ej sällan om rotkonkurrensens betydelse, och man har även hört den åsikten framställas, att tallplantornas långsamma utveckling på tallhedarna skulle förorsakas av konkurrensen med de äldre tallarnas vitt utgrenade rötter. För att undersöka denna sak, omgavs ett mindre område, endast bevuxet med smärre tallplantor, med

ett något mer än fotsdjupt dike. Härigenom avskuros alla tallrötter, som de omgivande träden sände ut på fältet. Efter tre års förlopp har ännu intet resultat iakttagits (fig. 10).

Efter denna avvikelse för att skildra några försök, som mina erfarenheter från försökskulturerna givit anledning till, återvänder jag till en redogörelse för dessa.

Under årens lopp visade sig vissa olikheter i tallplantornas utveckling. I somliga såddgropar utvecklade sig tallplantorna synnerligen väl, årskotten blevo stora och kraftiga, barren långa och mörkgröna. I betraktande av att de uppdrogos på en mager hed i ett så nordligt läge som vid Fagerheden i södra Norrbotten, 200 m ö. h., måste man anse dessa tallplantor som alldeles oväntat vackra och ståtliga. Vid mina undersökningar ha dessa tallplantor betecknats som A-plantor. Deras utseende sensommaren 1914, sålunda vid en ålder av fem år, framgår av bilderna i fig. 11 och 12. Andra tallplantor utvecklade sig ganska väl, men förededde ej samma utseende och ståtliga tillväxt som A-plantorna, de ha i mina anteckningar betecknats som B-plantor, deras utseende vid fem års ålder framgår av bilderna i fig. 13. Slutligen fanns det ganska gott om såddgropar, där tallplantorna förededde en mycket miserabel utveckling, dessa plantor ha betecknats som C-plantor. Deras utseende framgår av avbildningarna i fig. 14.

Granskar man nu A- B- och C-plantornas fördelning, visar det sig, att dessa förekomma mest inom parcellerna 1, 2, 3, 12, 5 och 6, såsom nedan stående översikt ger vid handen.

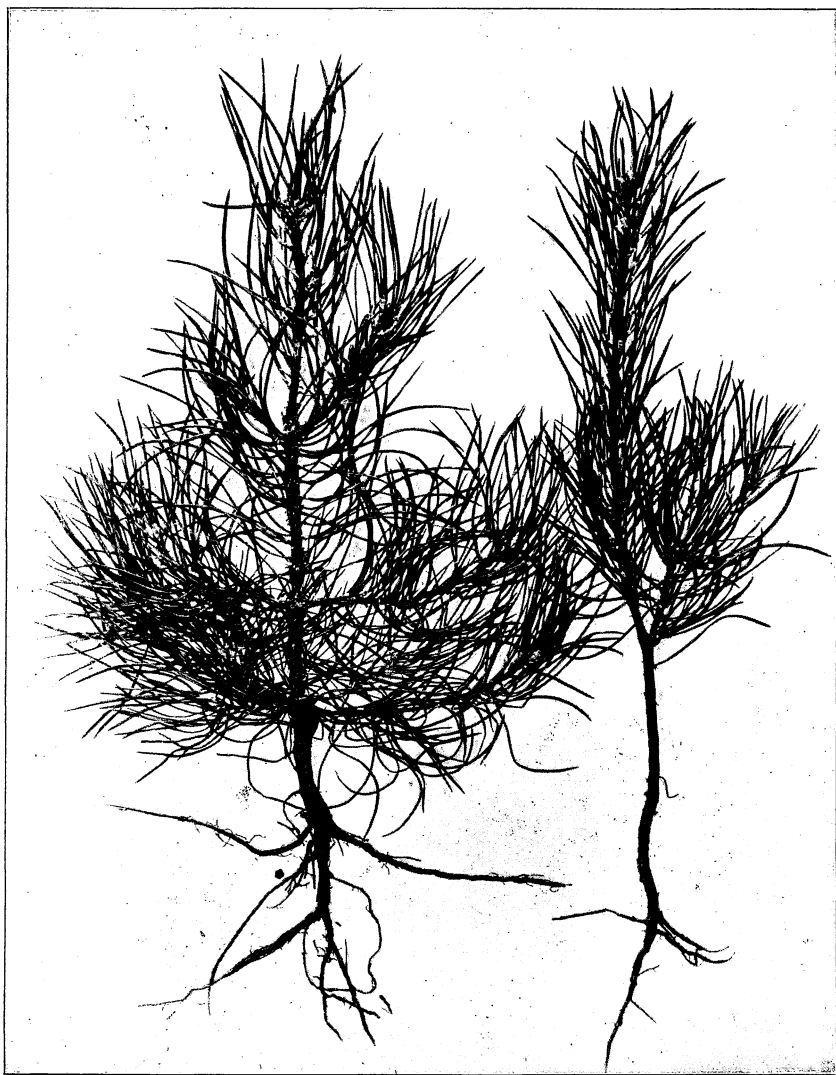
#### Antalet såddgropar med A-, B- och C-plantor samt o-rutor.

Aug. 1915.

Parcell		Gropar med A-plantor	Gropar med B plantor	Gropar med C-plantor	Gropar utan plantor
1	.....	10	33	135	27
»	2	21	91	72	21
»	3	8	91	69	37
»	4	—	60	108	37
»	5	3	109	81	12
»	6	3	95	73	34
»	7	—	85	79	41
»	8	—	104	77	24
»	9	—	86	97	22
»	10	—	59	96	60
»	12	6	90	86	23

En närmare granskning av försöksfältet visar emellertid, att A-plantorna endast av en tillfällighet hålla sig till vissa parceller.

A-plantorna förekomma nämligen på alldeles bestämda delar av heden, nämligen invid och i närheten av på fältet liggande,



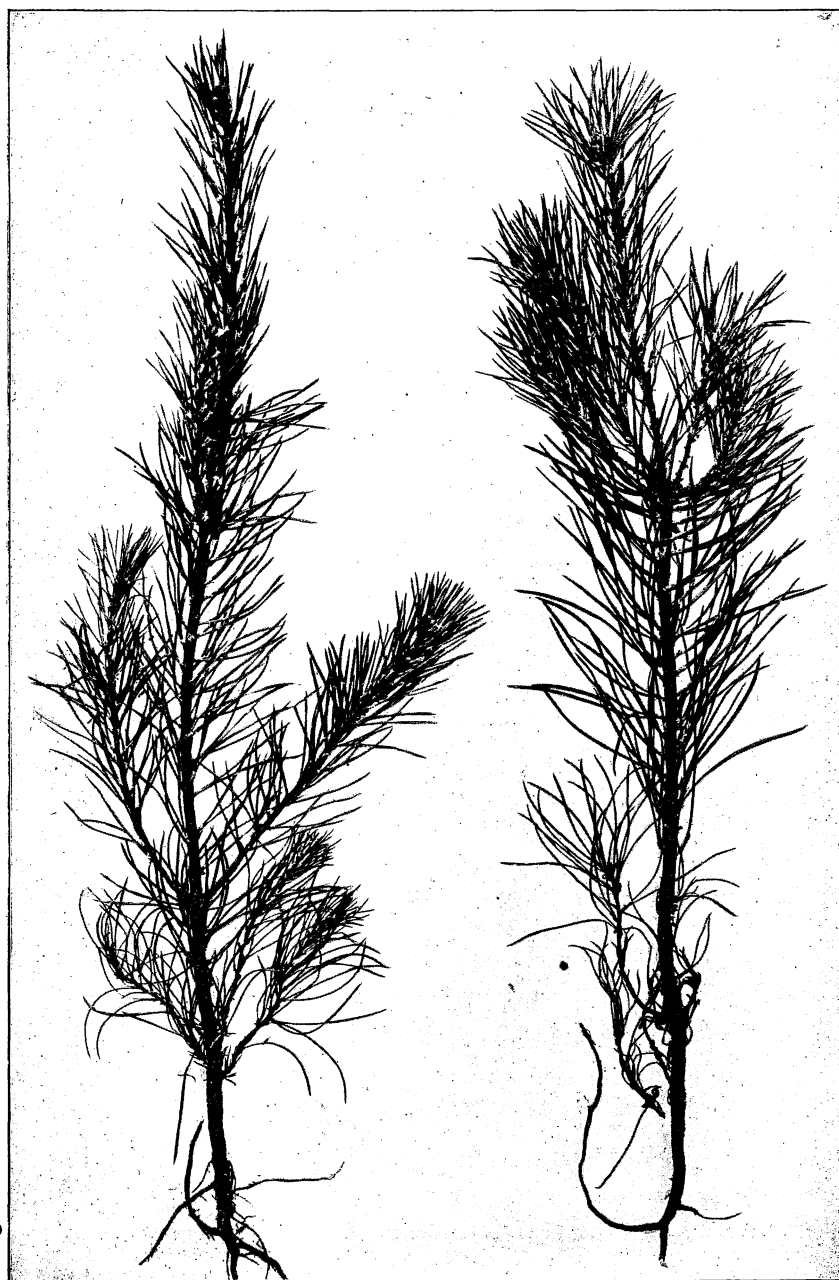
Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 11. Femåriga tallplantor från försökskulturerna å Fagerheden, Norrbotten. A-plantor, insamlade den  $28/7$  1914. C:a  $1/3$  av naturlig storlek.

A-Pflanzen aus der Versuchskultur bei Fagerheden.

multnande gamla trädstammar samt i närheten av stubbarna, från de avverkade träden. Tvenne såddgropar med A-plantor före-

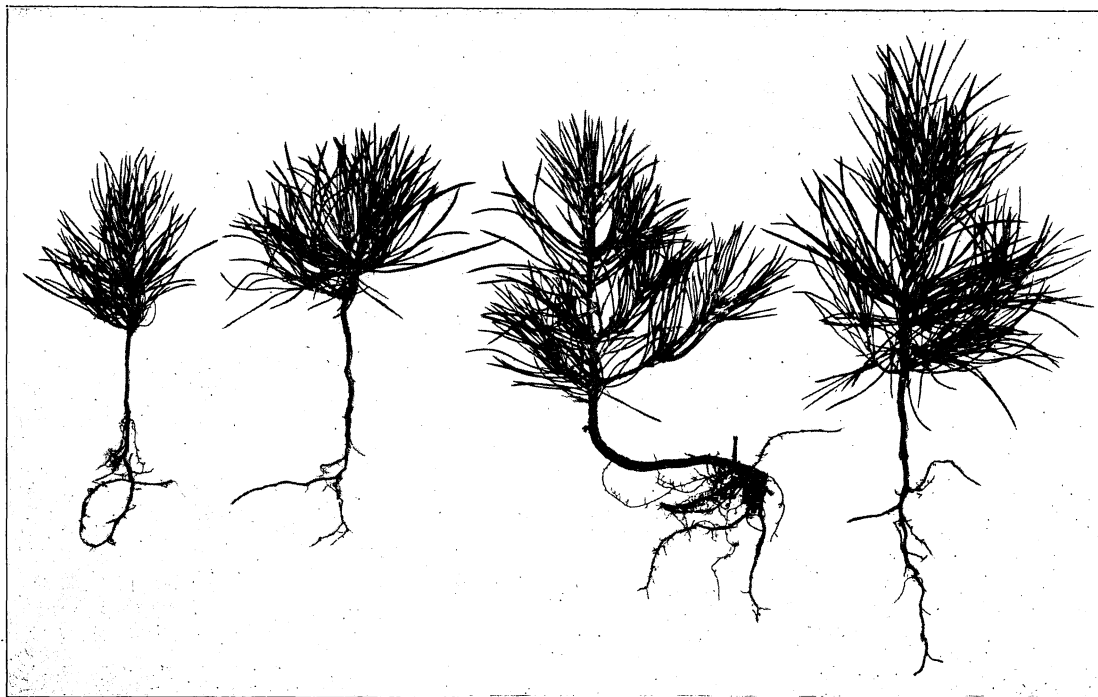


Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 12. Femåriga tallplantor från försökskulturerna å Fagerheden. A-plantor insamlade den 28/7 1914. C:a  $\frac{1}{3}$  av naturlig storlek.

A-Pflanzen aus der Versuchskultur bei Fagerheden,



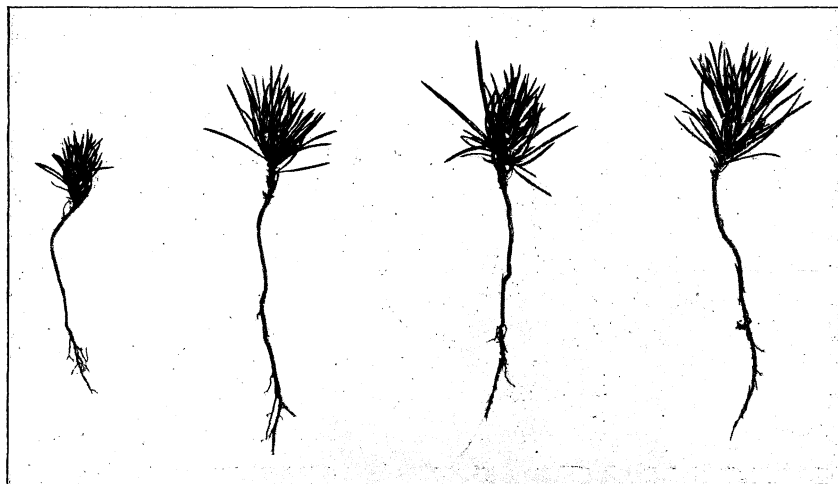
Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 13. Femåriga tallplantor från försökskulturerna å Fagerheden, Norrbotten. B-plantor, insamlade den 28/7 1914. C:a  $\frac{1}{8}$  av naturlig storlek.

B-Pflanzen aus der Versuchskultur bei Fagerheden.

komma även på en naken fläck å heden. A-plantorna förekomma sålunda på de delar av heden, där man plägar träffa sådana tallar eller grupper av tallar, som så småningom växa upp (se vidare fig. 15). Men då de äldre träden äro avverkade med kvarlämnande av så låga stubbar som möjligt och de lågor, som på något sätt höjt sig över marken, bortburits, kan det sålunda icke bli tal om något slags skydd för plantorna på dessa ställen. Orsaken till A-plantornas fördelning inom försöksfältet måste sålunda vara en jordmansfråga. Det gäller då att avgöra, vari jorden invid stubbarna och de multnande lågorna



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 14. Femåriga talplantor från försökskulturerna å Fagerheden, Norrbotten. C-plantor insamlade den 28/7 1914.

C-Pflanzen aus der Versuchskultur bei Fagerheden.

skiljer sig från jorden för övrigt inom fältet. Denna sak har jag sökt utreda dels genom bakteriologiska undersökningar, dels ock genom direkta kemiska analyser.

Då de kemiska analyser av sanden å heden, för vilka jag förut redogjort, ej tala för någon olikhet mellan de öppna fälten och sanden under de ensamstående tallarna, har jag inriktat min undersökning på att utröna, om det finnes några skillnader i avseende på humuskvävets tillgänglighet. Mina föregående undersökningar (HESSELMAN 1917 b) tala ju mycket för, att man här har den verkliga orsaken till plantornas olika utveckling i försökskulturerna. För att komma de förhållanden, under vilka tallrötterna levde, så nära som möjligt, togos jordproven ur varje särskild grop för sig och så vitt möjligt i tallrötternas omedelbara omgivning.

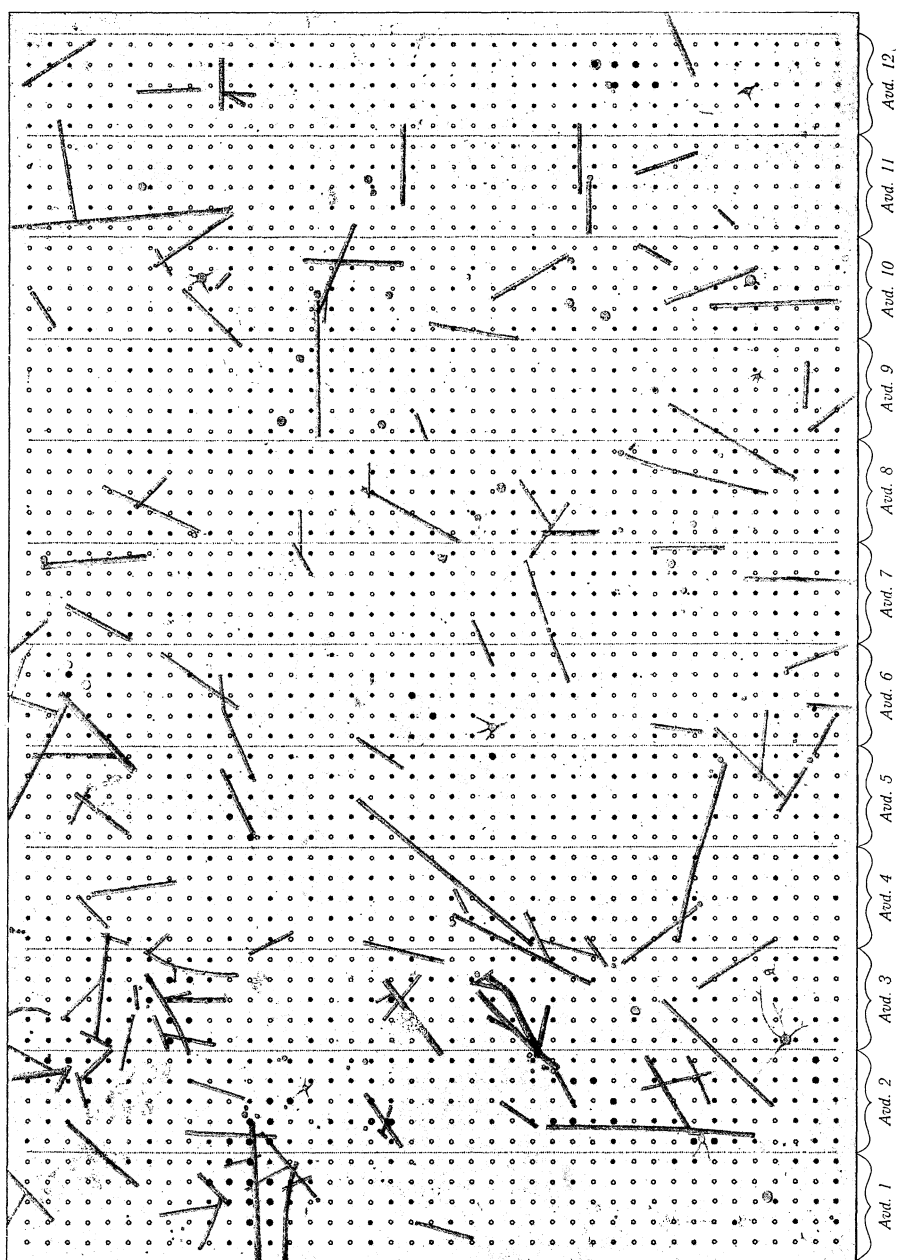


Fig. 15. Karta över försökskulturerna vid Fagerheden, upprättad år 1915 av fil. kand. CARL MALMSTRÖM. Dunkelt hållna, oregelbundna ringar beteckna stubbar, dunkelt hållna streck angiva multnande trädstammar. ○ O-rutor eller C-plantor. • B-plantor • A-plantor.

Karte über die Versuchskulturen bei Fagerheden. Dunkle, unregelmässige kreisförmige Marken bezeichnen Stöcke, dunkle Striche vermodernde Baumstämme. ○ Platten ohne Pflanzen od. mit C-Pflanzen. • B-Pflanzen. • A-Pflanzen.

Direkta bakteriologiska undersökningar ge emellertid icke mycket svar på frågan, varför A-plantor utveckla sig på vissa platser. Jordprov från den parcell, där såddgroparna gödslats med det från heden sammanskrapade humustäcket, visa i en peptonlösning en mycket ringa ammoniakavspaltningsförmåga (se tab. 9, proven 15—20). Proven härstamma från tvenne såddgropar med A-plantor, tvenne med B- och tvenne med C-plantor. Skillnaden mellan jordproven i dessa gropar är mycket obetydlig, i medeltal komma groparna med B-plantor högst, därefter de med A-plantor och sist de med C-plantor. Skillnaderna äro emellertid så obetydliga, att de icke äro att fästa sig vid. De ligga säkerligen långt innanför de oundvikliga försöksfelen. Jordproven från såddgroparna inom parcell 2 visa en ganska hög ammoniakavspaltningsförmåga, groparna inom denna parcell gödslades också med sex liter sönderhackad torv. Såddgropen med C-plantor visar emellertid en större ammoniakavspaltningsförmåga än den med A-plantor. I jordprovets ammoniakavspaltningsförmåga kan man sålunda i detta fallet icke finna någon anledning till plantornas olikartade utveckling. Samtliga jordprov sakna förmåga att nitrificera BUHLERT-FICKENDEYS lösning, någon salpeterbildning kan ej iakttagas, vare sig man infekterar lösningen med jordprov från såddgropar med goda eller dåliga plantor (tab. 10).

Undersöker man emellertid jordprovets förmåga att vid lagring bilda salpeter, kommer man utan tvivel den verkliga förklaringen närmare. Sommaren 1915 togos trenne jordprov från jorden invid de multnande lågorna å försöksfältet. Två av proven hade vid lagringstidens slut (åtta veckor) en ej obetydlig halt salpeterkväve, nämligen 4,0 och 1,2 mg per kg jord (tab. 12, nr 25 och 26). Det första är ett värde, som man stundom finner även hos sådan mark, där växterna äro svagt nitrathaltiga (se tab. 7, nr 47 hos HESSELMAN 1917 a). Det tredje provet visar en obetydlig salpeterbildning, liggande inom försöksfelen. Dessa försök uppmuntrade till vidare studier sommaren 1916. Jordprov för lagring togos då från sex såddgropar med A-plantor, från fem med B-plantor och från sju med C-plantor. Inom varje grupp voro olika parceller representerade. Av de sex proven från såddgropar med A-plantor lämnade fem positivt resultat (se tab. 12, nr 7—11). I fyra av proven bildas vid lagring avsevärda, och i två av dessa betydliga mängder salpeterkväve, i det femte är halten salpeterkväve obetydlig, liggande inom försöksfelen. Av proven från såddgropar med B-plantor lämnar ett prov osäkert positivt utslag, de övriga rent negativt. (Se tab. 12, nr 14—16). Ett av proven hade dock i början en osäker nitrathalt, som försvann under lagringen. De sju proven från såddgropar med C-plantor lämna samtliga



rent negativt resultat, ett av dem hade vid försökets början en osäker salpeterhalt, som totalt försvann under lagringen (se tab. 12 nr 17—23.).

Försöken gå sålunda i den riktningen, att A-plantornas uppträdande synes betingas av en nitrifikation i såddgropen. Ett av resultaten är visserligen rent negativt, ett mera osäkert. Emot dessa stå fyra, strängt positiva resultat. Vad nu det rent negativa utslaget beträffar, gäller detta en såddgrop, som står på en naken fläck. Det är mycket möjligt, att man här så att säga ej fått tag i den nitrifierande humusen. Tallplantorna med sina vidsträckta rötter kunna ju möjligen ha kunnat tillgoda-göra sig något i sanden inmängt humusparti, som ej kommit med vid provtagningen. Ännu lättare förefinnes en sådan felkälla i avseende på det prov, som givit en svag nitrathalt vid lagring. I detta fallet stod plantan invid en sönderbruten stubbe, ännu lättare kunna därför tallrötterna ha kommit i åtnjutande av något humuslager, som ej kommit med vid provtagningen. I betraktande av de nästan rent negativa resultaten i avseende på B- och C-plantorna, måste man tilldela de positiva i avseende på A-plantorna en mycket stor betydelse. Det är med all sannolikhet humuskvävets nitrifikation, som gynnar eller betingar deras uppträdande. Jag skall sedermera med några exempel från omgivningarna kring Jörns station ytterligare belysa denna sak, men vill nu litet diskutera nitrifikationsbetingelserna å själva heden.

Med den erfarenhet, som vi redan vunnit angående betingelserna för humuskvävets nitrifikation, innebära de positiva resultaten intet särskilt överraskande. I de förut omnämnda försöken från Bispgårdens plantskola iaktogs en stark nitrifikation i de jordprov, som samlats under tallkronorna på heden, en svag och obetydlig hos dem, som samlats ute på de kala fälten. I full analogi härmed stå resultaten från parcell 12, där såddgroparna gödslades med den från heden hopskrapade humusen. De såddgropar, som stå nära stubbarna, ha vid denna behandling gödslats med en humus, som bildats under den avverkade tallens krona, de gropar, som befinna sig längre från stubbarna, med den humus, som bildats ute på de öppna fälten. I de förra iakttages en nitrifikation, i de senare ingen. Dessa resultat stå sålunda i full överensstämmelse med undersökningarna över proven från Bispgården. Nitrifikationen invid de gamla multnade lågorna låter sig också väl förenas med hittills vunnen erfarenhet. Jag har förut haft tillfälle att påvisa, att ris och multnande virke gynnar eller framkallar humuskvävets nitrifikation. På de gamla granskogshyggena med råhumus finna vi de nitratofila plantorna företrädesvis invid stubbar, multnande stammar, rotgrenar etc. (HESSELMAN 1917 b). Nitrifikationen utmed de multnande lågorna

på heden är endast ett svagare utslag för denna deras roll för kväveomsättningen i skogsmarken.

De negativa utslagen äro enligt min uppfattning mer oväntade. I utdikade torvmarker, utmed torvvallar etc. inträder lätt en nitrifikation, framförallt om torven blandas med sand. Den för påfyllning i såddgroparna använda torven var väl multnad, och man skulle ha väntat, att den genom blandning med sanden bragts att nitrificera. Så är emellertid icke fallet; icke ens när torven blandades med potatisjord, som innehöll nitrifikanter, iaktogs en nitrifikation. Men när man kommer i närheten av de gamla stubbarna finner man, att torven nitrifieras (prov nr 9 i tab. 12). Vid upptagandet av dessa såddgropar har naturligtvis alltid någon humus från stubbens omgivning fått medfölja, och det tycks, som om denna humusinblandning hade varit nog för att sätta nitrifikationen i gång. Jordprov från dylika såddgropar visa vid lagring en ganska hög halt salpeterkväve (prov nr 9 i tab. 12).

I en av parcellerna, nämligen nr 11, inblandades råhumus från ett i närheten av försöksfältet beläget, slutet tallbestånd. Resultatet av denna humusinblandning är emellertid föga lysande, plantorna äro i de flesta såddgroparna dåliga. Det är för närvarande ej möjligt att angiva orsaken härtill. Man skulle utan tvivel ha kunnat vänta sig ett bättre resultat. Då den humus, som bildas i beståndet, överensstämmer med hänsyn till strukturen och uppkomstsättet närmast med den humus, som bildas under de mera ensamstående tallarna, hade man ju kunnat vänta sig, att råhumusinblandningen skulle haft en nitrifikation till följd. Då det ej inträffat, synes det nästan som om man på de öppna fälten å Fagerheden skulle ha att göra med någon faktor, som är hinderlig för nitrifikationen. För närvarande är det ej möjligt att uttala några mer bestämda omdömen, saken förtjänar en närmare undersökning. Likaså vore det av ett visst intresse att få utrett, vilka nitrifikationsorganismer det är, som framkalla en salpeterbildning i närheten av stubbarna och de multnande lågorna. Användningen av de vanliga, för nitrifikation lämpliga lösningarna ha som förut nämnts lämnat rent negativa resultat. En annan sak förtjänar ock en närmare undersökning. Det är ej invid alla stubbar och invid alla lågar, som man träffar vackra tallplantor, endast utmed vissa. Detta tycks sammanhänga med virkets multningsgrad och humustäckets beskaffenhet.

Äro de negativa resultaten, såsom de gestalta sig i försökskulturerna å Fagerheden, delvis något oväntade och svårförklarliga, så äro de positiva av så mycket större intresse. Betydelsen av humuskvävets nitrifikation för tallhedsplantornas utveckling framgår ytterligare av några observationer å ett kalfält invid Jörns station.

### Kalfält i närheten av Jörns station.

Vid anläggandet av Jörns station utmed norra stambanan utsågs ett område invid stationen till bebyggelse. Innan tomterna överlämnas till bebyggaren, kalavverkas skogen. Skogen utgöres av en utpräglad, ganska gles och mager tallhed, under träden finns gott om små, oväxtliga tallplantor. Efter avverkning börja dessa så småningom skjuta bättre fart, och på de äldre, kalavverkade tomterna har man nu en rätt vacker ungskog, uppkommen genom att de i det avverkade beståndet förefintliga, starkt undertryckta plantorna börjat att växa. Undersöker man närmare dessa plantor, skall man finna, att de äro av två slag, nämligen dels mera långsamt växande plantor med korta, blekgröna barr, dels mera hastigt växande med kraftigare, mörkgröna barr. De blekgröna plantorna växa på de partie av kalytorna, där markbetäckningen är orubbad, de mörkgröna åter på de delar, där genom människo- och kreaturstramp det ytliga humustäcket jämte trädgrenar etc. söndersmulats och något blandats med mineraljorden. På de starkt trampade partierna anträffas mera enstaka sådana växter som *Poa pratensis*, *Agrostis vulgaris* och *Rumex acetosella*. Vid undersökning (<sup>1</sup>/9 1916) gävo samtliga tydlig nitratreaktion med difenylamin och konc. svavelsyra. Genom trampningen har sålunda framkallats en nitrifikation i marken. Detta bestyrkes ytterligare genom lagringsprov. Jordprov samlades dels från så gott som otrampade partier med orubbad markbetäckning, dels ock från mera starkt trampade. De förra bilda vid lagring icke ett spår salpetersyra, de senare däremot i säkert bestämbara mängder. Hos det ena provet, som samlades på ett trampat område utan nitratofila växtformer, bildades vid lagring under fjorton veckor (se tab. 13 n:r 29) 1,4 mg salpeterkväve per kg jord. Hos det andra provet, som togs invid en gångstig och i närheten av några rätt frodiga exemplar av *Rumex acetosella* bildades under samma tid den betydande kvantiteten av 200 mg salpeterkväve per kg jord. Detta prov hade redan vid försökets början en halt av 4,8 mg salpeterkväve per kg jord. Den livliga nitratbildningen i detta prov låter en misstänka, att man här har en annan kvävekälla än blott det söndersmulade humustäcket, t. ex. urin eller exkrementer från förbipasserande djur eller människor. Denna sak är ju dock av en mera underordnad betydelse. Av vikt är emellertid att framhålla, att de vackra, mörkgröna, mera kraftigt växande tallplantorna finnas på de partier av det kalhuggna området, där en nitrifikation i marken kan iakttagas.

Tallhedsproblemet kan emellertid ytterligare belysas genom observationer från försökskulturerna å krpk. Östra Jörnsmarken.

### Försökskulturerna å krpk. Östra Jörnsmarken.

Dessa försökskulturer anlades å det förut omnämnda kalfältet å krpk. Östra Jörnsmarken. Principen för försökskulturernas anläggande var densamma som å Fagerheden. Försöken gingo ut på att undersöka dels vilka torvkvantiteter, som erfordras för att få tallplantorna i gång, dels ock det lämpligaste sättet för torvens anbringande i såddgroparna. I detta fall användes en något bättre multnad torv, rik på vedrester, dvärgbjörkgrenar och dylikt, kvävehalten uppgick till 2,6 %. Före inblandningen i såddgroparna genomhackades och genomblandades torven mycket noga. Försöksfältet har en areal av 143 m × 70 m, ligger fritt exponerat för solen och är ganska jämnt, dock ej fullt så jämnt som försöksfältet å Fagerheden. Försöksfältet omfattar följande kulturförsök.

#### Metoder vid behandling av såddgroparna.

- |         |     |                                                                              |
|---------|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| Parcell | 1.  | Tio liter torv instickas i såddgropens östra kant. Djuphackning av groparna. |
| Parcell | 2.  | Fem liter torv nedläggas i såddgropens östra kant. Djuphackning av groparna. |
| Parcell | 3.  | Fem liter torv inblandas i såddgroparna. Djuphackning av groparna.           |
| Parcell | 4.  | Två liter torv inläggas i ena kanten av gropen. Djuphackning av groparna.    |
| Parcell | 5.  | Djuphackning av groparna. Två liter torv inblandas i såddgroparna.           |
| Parcell | 6.  | Groparna djuphackas. Ingen torvpåfyllning.                                   |
| Parcell | 7.  | Groparna hackas helt ytligt. Fem liter torv i ena kanten av gropen.          |
| Parcell | 8.  | Groparna hackas helt ytligt. Två liter torv i ena kanten av gropen.          |
| Parcell | 9.  | Ingen torvpåfyllning. Groparna djuphackas.                                   |
| Parcell | 10. | Ingen torvpåfyllning. Groparna djuphackas.                                   |

Såddrutorna gjordes en dm breda och en halv m långa. För anbringandet av torven invid såddgropen användes en lång, spetsig täckdikesspade, som nedstacks invid rutans ena sida. Genom att nedsticka spaden i sned riktning och sedan föra den i lodrätt ställning åstadkoms en grop, som omedelbart fylldes med torv. Vid torvinblandningen omblandades torven noga med sanden. Vid djuphackningen luckrades gruset i groparna till ett djup av minst tre dm, vid ythackning avrevs endast humustäcket och luckrades blekjorden.

Försöksfältet anlades i juli 1911, hösten samma år utfördes sådden med 30 avräknade frön i varje ruta. Fröna härstammade från Jörns revir och hade en groningsförmåga av 66,5 %. Då såddrutorna i detta försök beskuggats av grankvistar på ett mycket likformigt sätt, skulle dessa försök väl kunna ägna sig för en studie över såddrutsbehandlingens inflytande på groningsresultaten. Antalet av såväl levande som döda plantor har räknats för varje år, men då en behandling av dessa siffror skulle föra något utom ämnet för föreliggande avhandling, låter jag dem tillsvidare vara och återkommer till denna sak vid ett annat tillfälle. Sommaren 1916 gestaltade sig emellertid resultatet av försökskulturerna på följande sätt.

**Antalet såddrutor med goda, medelgoda och dåliga plantor och rutor utan plantor.**

	Såddrutor med goda plantor	Såddrutor med medelgoda plantor	Såddrutor med dåliga plantor	Såddrutor utan plantor
Parcell 1 .....	2,6 %	47,2 %	40,8 %	9,4 %
» 2 .....	1,3 %	34,3 %	49,1 %	15,3 %
» 3 .....	2,1 %	28,1 %	47,8 %	21,9 %
» 4 .....	0,6 %	15,5 %	67,7 %	16,2 %
» 5 .....	0,6 %	22,6 %	54,2 %	22,6 %
» 6 .....	0,4 %	5,1 %	73,2 %	21,3 %
» 7 .....	1,1 %	8,7 %	57,9 %	32,3 %
» 8 .....	0,4 %	11,5 %	64,2 %	23,9 %
» 9 .....	0,2 %	4,1 %	53,4 %	42,3 %
» 10 .....	0,0 %	3,4 %	71,1 %	25,5 %

Som goda plantor ha sådana betecknats, som äro mer än decimeter-höga, och som ha långa, mörkgröna, kraftiga barr. Som medelgoda ha de betecknats, som äro lägre än en dm, men som ha ett genomgående sunt och kraftigt utseende. Slutligen ha plantorna av samma utseende som C-plantorna å försöksfältet vid Fagerheden (se fig. 14) betecknats som dåliga. Hösten (sept.) 1916, då denna planträkning gjordes, hade kulturen genomlevt sin femte sommar.

Torvinblandningens gynnsamma verkan framträder här ganska tydligt. Multnande lågor, stubbar etc. förekomma mindre på detta fält än å Fagerheden, varför torvinblandningens inverkan på plantorna klarare kan framträda. Ju mer torv, som tillförts såddrutan, dess gynnsammare är resultatet. Parcellen 6, som ej erhållit någon torv, företer ett dåligt resultat, parcellerna 7 och 8, där rutorna endast hackats helt ytligt, visa också ett mycket dåligt resultat, ehuru torv instuckits med spade invid såddrutorna. Parcellerna 9 och 10, som ej erhållit någon torv men som sommaren 1912 gödslades med Ceres benmjöl, 5 å 10 gr i varje såddruta, ha likaledes lämnat ett dåligt resultat. Omsorgsfull bearbetning av gro-parna i förening med tillförsel av väl multnad, kväverik torv som fylljord kan däremot ge ett ganska gott resultat. Resultatet är bättre, ju mera torv, som inblandats. Det framgår emellertid ej fullt klart, om det är bättre att blanda torven med sanden eller insticka den i marken bredvid såddrutan.

På detta försöksfält fingo de små, till utseendet oväxtliga tallplantorna stå kvar (ifr fig. 2 och 3 hos HESSELMAN 1910). Det visade sig snart, att dessa utvecklade sig ofantligt mycket hastigare än förut, årsskotten blevo längre och kraftigare, barren längre, bredare och mörkare till färgen. En liknande förändring genomgingo de björkplantor, som funnos på fältet. Björkarna, mest *Betula verrucosa*, började skjuta vida kraftigare fart än förut. Flera av exemplaren utvecklade långa, vackra årsskott

och förete i närvarande stund ett mycket lovande utseende. Vid en jämförelse mellan tallplantorna innanför och utanför försöksfältet visade det sig, att de förra hade under år 1916 en genomsnittlig barrlängd av 54,3 mm, de senare däremot en längd av endast 30,1 mm. Då tallarna i de båda jämförelsegrupperna kommit i åtnjutande av samma ljus, måste orsaken till deras olika utseende sökas i den behandling, som försöksfältet undergått. Det visade sig också vid en av fil. kand. CARL MALMSTRÖM företagen närmare undersökning, att de tallplantor inom försöksfältet, som hade kraftiga årsskott med mörkgröna barr, hade insänt rikligt förgrenade rötter i de med torv fyllda groparna, medan de tallplantor, som ej hade några rötter i såddgroparna, ej skilde sig från tallarna utanför försöksfältet. Orsaken till de förut svagt växtliga tallarnas starkt förökade tillväxt måste sålunda sökas i torvtillförseln till försöksfältet. Vi ha på försöksfältet å krpk. Östra Jörnsmarken alldeles samma företeelse som kring Jörns station, nämligen att de oväxtliga tallplantorna efter kalhuggning tämligen allmänt börja öka sin tillväxt. Denna utveckling försiggår emellertid snabbare och fortare, där kvävetillförseln är rikligare. De plantor, som kunnat tillgodogöra sig kvävet i den ditförda torven, växa snabbare än de övriga, alldeles som vid Jörns station de tallar växa bäst, som förekomma på de fläckar, där humuskvävet nitrifieras. Jag har ännu ej närmare undersökt, om torven genom blandning med sand bragts att nitrifiera, men har emellertid anledning att tro, att så är fallet. På från fältets anläggning 1911 kvarlämnade torvhögar förekommer *Rumex acetosella*, den är tydligt nitrat-haltig. Den använda torven är sålunda nitrificerbar, och det är därför sannolikt, att den även nitrificeras, när den inblandas i såddgroparna. Det återstår emellertid att undersöka, om även på detta försöksfält förekomsten av mycket vackra plantor är bunden vid en nitrifikation i såddgroparna. Försöksfältet å krpk. Östra Jörnsmarken är, om man räknar tiden från frönas groningen, ej mer än fem år gammalt. Det erbjuder därför ännu tillfällen till fortsatta studier och observationer.

## KAP. VI. Orsaken till tallhedarnas långsamma och egendomliga föryngring.

Analyserna av marken, undersökningarna över tallplantornas utvecklingsgång å olika partier av en hed samt resultaten av försökskulturerna synas mig tillsammans kunna ge en ganska god förklaring till tallhedarnas långsamma och i många avseenden egendomliga föryngringssätt.

I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917 b) har jag visat, att föryngringen av tall men väl även av gran försiggår lättast på sådan mark,

där humuskvävet nitrifieras, såvida man ej får att göra med en så yppig och rik markvegetation, att den hindrar eller förkväver de unga trädplantorna. Många sedan gammalt bekanta och använda skogsföryngringsåtgärder, såsom markberedning, bränning etc., torde just ha sin betydelse genom att gynna eller framkalla humuskvävets nitrifikation. I vissa skogar har redan en kalhuggning eller luckhuggning en sådan inverkan på marken, i andra marker med mera svår råhumus framkallas härigenom endast en livligare ammoniakbildning. På hyggen i mossrika barrskogar försiggår därför en livligare kväveomsättning än i de slutna bestånden, och denna omständighet har efter allt att döma en mycket stor betydelse för de unga trädplantornas kraftiga utveckling. De öppna fälten på tallhedarna förhålla sig på ett alldeles motsatt sätt. Så långt man kan döma av de kemiska analyserna liksom också av de bakteriologiska (jordprovens ammoniakavspaltningsförmåga i en peptonlösning), är kväveomsättningen på de öppna fälten i tallheden vida mindre än i bestånden. De bakteriologiska undersökningarna antyda t. o. m., att nedbrytningen av de organiska kväveföreningarna försiggår mycket långsamt. De värden, som erhållas med hänsyn till jordprovens förmåga att sönderdela en peptonlösning, äro nämligen mycket små (se tab. 10) och mindre än i något annat, av mig undersökt skogssamhälle. Kvävet frigöres långsamt, och på grund härav växa tallplantorna trots tillräckligt ljustillträde ytterligt långsamt, de bliva svaga och ofta missbildade samt i stor utsträckning offer för angrepp av insekter (snytbaggar) och parasitsvampar (se LAGERBERG 1912). Trots den rikliga förekomsten av smärre tallplanter (se HESSELMAN 1910, sid. 35) försiggår därför föryngringen ytterligt långsamt.

Under gamla, på heden kvarliggande tullar liksom också i närheten av de ensamstående granarna och tallarna har humustäcket en något gynnsammare beskaffenhet. Nitrifikation förekommer dock ej och utvecklingen under plantornas första år går därför långsamt. Som en bidragande orsak härtill kommer konkurrensen från de tallar eller granar, i vars skydd de uppväxa. Under tullarna liksom också i närheten av de större träden skyddas de svaga plantorna för skaretryck och dylika kalamiteter, som kunna göra dem mottagliga för svamp- och insektsangrepp. Då de planter, som ha grott på de öppna fälten, till övervägande del dödas av svampar och insekter, blir följden en anhopning av växande tallplanter kring tullar och äldre träd. Plantorna under eller i närheten av de äldre träden äro dock ofta äldre än lika stora tallar på de öppna fälten. Detta är en följd av beskuggningen och konkurrensen från de äldre träden. Då de öppna fälten så ytterligt långsamt föryngras, komma dock tallplantorna under träden i åtnjutande av ett tillräckligt sidoljus.

Tack vare detta, kunna de växa upp under de äldre träden, trots rot-konkurrens och beskuggning ovanifrån.

Tallhedsproblemet är sålunda enligt min uppfattning ett kväveproblem. Humustäckets starka uttorkning hindrar eller fördröjer de av organismer förorsakade nedbrytningsprocesserna, lavarna, som spela en stor roll för humusbildningen, innehålla mera svårsönderdelade kväveföreningar än barr och mossor. När beståndet slutes, så att markens beskuggning blir starkare, fuktigheten i humustäcket stiger, ökas också de processer, som ombesörja de kvävehaltiga ämnenas sönderdelning. Skogens växtlighet ökas.

Avverkas en glesställd tallhed fullständigt och bortbäras alla lågor, tullar och dylikt, som kunna skydda plantorna, bliva de unga tallplantorna fullt likställda med hänsyn till ljustillgång och konkurrens från andra växter. Under sådana förhållanden framträder betydelsen av kvävetillgången fullt klart och tydligt. De tallplantor utveckla sig bäst, som stå på sådan mark, där humuskvävet nitrifieras. De likna i avseende på skottens längd, barrens färg och storlek tallplantor på god mark. Där humuskvävet ej nitrifieras, där försiggår tallplantornas utveckling ganska långsamt.

Som ett ytterligare skäl för min uppfattning, att tallhedarnas förnyingsfråga ytterst är ett kväveproblem, kunna några observationer anföras, som jag haft tillfälle att göra å Hökensås häradsallmänning. I denna del av Västergötland förekomma tallhedar, som mycket likna de norrländska. Beståndet har dock tydlig sydsvensk karaktär med hänsyn till trädkronornas form och storlek (se SYLVÉN 1916, sid. 93 fig. 46). De unga tallkulturerna utveckla sig ofta mycket långsamt. På föranstaltande av frih. VON ESSEN å Helliden har Skaraborgs läns skogsvårdsstyrelse genom lupininblandning sökt sätta fart på tallarna. Bland annat har man hackat upp jorden kring vissa smärre tallar samt omkring dem utsått frön av lupiner (*Lupinus perennis*). Lupinerna ha gått rätt väl till. Effekten på tallarna är omisskännlig. De med lupiner behandlade tallarna skjuta långa och kraftiga skott och skilja sig från sina grannar även genom barrens större längd och mörkare färg. Vid lupinkulturen har ej någon slags gödsling använts. Det är sålunda det av lupinerna från luften assimilerade kvävet, som kommit de unga tallarna till godo och förorsakat ökningen i höjdtillväxten.

Det som här anförts angående orsakerna till tallhedarnas långsamma och egendomliga förnygring, torde lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt.

De öppna, kala partierna i en så småningom glesställd tallhed ha ett huvudsakligen av lavar alstrat humustäcke.



I detta försiggår sönderdelningen av de organiska kväveföreningarna ytterligt långsamt. Någon nitrifikation förekommer ej, humuskvävet är ej eller endast med svårighet nitrifierbart.

Under gamla tullar, utmed multnande lågor och under friställda träd med stora kronor har humustäcket en något gynnammare beskaffenhet. Humuskvävet nitrifieras dock ej under normala förhållanden, men är nitrifierbart.

På de öppna fälten i tallheden ha tallplantorna goda utvecklingsbetingelser med hänsyn till ljustillgången, men dåliga i avseende på kvävetillgången.

Under gamla tullar, i närheten av och under fristående äldre träd ha tallplantorna något bättre betingelser i avseende på kvävetillgången. Humuskvävet nitrifieras dock ej.

På de öppna fälten gå de svaga tallplantorna i stor utsträckning under genom angrepp av insekter och parasitsvampar. Under tullarna och de äldre träden skyddas de för de kalamiteteter, som sannolikt gynna insekters och parasitsvampars angrepp.

På grund härav uppstå kring tullar, lågor och under friställda träd små grupper av ungtallar.

Under god ljustillgång och under tillgång på ett lätt upptagbart kväve utveckla sig tallplantorna väl på en tallhed. På en alldeles kal tallhed utveckla sig tallplantorna i en kultur bäst invid väl multnade lågor samt i närheten av stubbarna. En omblandning av humustäcke och mineraljord kan nämligen på dessa platser framkalla salpeterbildning i marken. En tillförsel av väl multnad, kväverik torv kan i hög grad befordra de små, svagt växtliga plantornas snabba utveckling.

## KAP. VII. Tallhedarnas behandling på grund av de vunna erfarenheterna.

Svårigheterna med tallhedarnas föryngring ligger i att bereda plantorna en lagom och lämplig kvävetillförsel samtidigt som man sörjer för en god och riklig ljustillgång. Bristen i det förra avseendet är, såvitt jag har kunnat tolka tallhedsproblemet, huvudorsaken till plantornas dåliga utveckling på de öppna partierna i tallhedarna. I detta avseende kan man spåra olika gradationer hos olika tallhedar, beroende på deras föregående behandling, jordmån etc. När man i ett någorlunda väl slutet tallhedsbestånd på en gång öppnar en ordentlig föryngringsyta, är efter allt att döma kvävetillgången vida bättre än på de sedan länge

öppna fälten. Under sådana förhållanden finns nämligen ett mera gynnsamt beskaffat humustäcke. Föryngringen kan då försiggå ganska lätt. Ett vackert exempel härpå erbjuder ett kalfält framför Långträsk's kapell i södra Norrbotten. Trots att tallhedarna i trakten föryngra sig långsamt, har dock här föryngringen gått ganska bra.

När det gäller att i praktiken sörja för tallhedarnas föryngring, så synes mig det viktigaste vara att tillvarataga vad som redan finns av ungplantor. I nästan alla tallhedar, även de nordligare t. ex. i Gellivaretrakten, finns det ofantligt gott om små, till utseendet alldeles oväxtliga plantor, vilka på grund av vidriga omständigheter till övervägande antal dö, innan de komma till någon vidare utveckling. De ha emellertid en förvånansvärd livskraft. När förhållandena bliva gynnsamma, utveckla de sig till kraftiga, goda plantor. Det gäller därför att befordra deras utveckling. Till detta hör, att man sörjer för ett rikligt ljusstillträde och en förökad kvävetillförsel. Det första är lätt att åstadkomma genom att upptaga ordentliga föryngringshyggen, det andra är ej svårare, men vida kostsammare. Ett nästan alltid tillgängligt medel är torvtillförsel. På Ö. Jörnsmarkens försöksfält se för närvarande de ung-tallar, som utvecklat sig från de undertryckta plantorna, mycket vackra och lovande ut. Ett mycket gott resultat finns sålunda på parcellen n:r 2. Där har varje såddgrop erhållit fem liter torv med en kvävehalt av 2,6 %. Såddrutorna voro anordnade i ett förband av  $1,5 \times 1,5$  per hektar, sålunda 4,444 gropar. Detta blir för varje hektar omkring 22,5 kbm torv. Kulturen är sålunda ganska dyrbar, det är ock möjligt, att man kan åtnöja sig med mindre kvantiteter. Försöksfältet å krpk. Ö. Jörnsmarken var nämligen förlagt till ett gammalt kalvfält med ytterst tunt humustäcke. Observationerna på detta försöksfält böra naturligtvis få fortgå för att vidare avvakta plantornas utveckling.

Men även ett annat sätt finns för att öka de oväxtliga plantornas tillväxt. En inblandning av humustäcket i den underliggande mineraljorden har ju i regel till följd, att kvävet överföres till salpetersyra. Tallhedarnas humustäcke på de mera öppna fälten är i detta avseende mera ogynnsamt beskaffat, men intill stubbar, lågor, tullar är det nitrifierbart. I juli 1911 lät jag med potatishacka bearbeta en parcell av försöksfältet å Fagerheden. Genom hackningen blandades, så gott sig göra lät, humustäcket med underliggande mineraljord. En del oväxtliga tallplantor blevo rätt illa åtgångna vid denna behandling av marken, men det fanns kvar rikligt med plantor. Dessa visa nu en avgjord ökning i sin tillväxt, barren ha blivit längre, bredare och kraftigare än förut. Jag har låtit uppmäta tillväxten hos plantorna efter denna behandling av marken och jämfört den med tillväxten på ett alldeles orört, men för

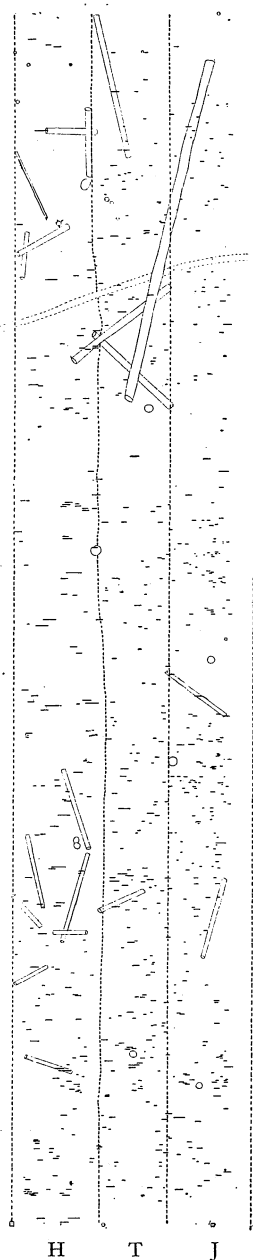
övrigt likartat parti av heden. På den bearbetade marken var tillväxten under åren 1912—1916 27,<sup>24</sup> cm, beräknat som medeltal för samtliga plantor, på den obearbetade var samma värde endast 17,<sup>62</sup> cm; hackningen har sålunda åstadkommit en ganska väsentlig ökning (jfr fig. 16). Plantorna ha ävenledes ett ganska lovande utseende. Jordprov från det bearbetade fältet visa en mycket svag, knappt bestämbar salpeterhalt vid lagring, utslaget är emellertid icke rent negativt som för prov från det orörda försöksfältet utan torde få tolkas som en liten, om ock mycket svag tendens till nitrifikation. Nitrifikationen är emellertid så svag, att den från näringsfysiologisk synpunkt väl knappast har någon betydelse, men att den verkligen finns, synes mig dock tyda på ett förbättrat tillstånd i marken.<sup>1</sup>

Med anledning av den goda verkan, som en bearbetning av marken medfört på Fagerheden, har jägmästare JOHN WALLMARK i Jörns revir låtit utföra en del markberedningsförsök. Genom att i tallhedarna köra med en så kallad fjäderharv har han lyckats få till stånd en ganska god omröring av humustäcket med underliggande mineraljord. En del små tallplantor bli visserligen förstörda, men det finns alltid tillräckligt många, som undgå fjäderharvens grepp, och som kunna komma till en vidare utveckling. Dessa försök utfördes sommaren 1916, varför man ännu en tid måste vänta på resultaten.

<sup>1</sup> På den bredvidliggande parcellen utströddes resterna av den torv som använts vid försökskulturernas anläggning. Något resultat härav kan knappast iakttagas.

Fig. 16. Karta över det med hacka bearbetade fältet å Fagerheden jämte bredvidliggande försöksparceller. Å fältet äro utmärkta lågor och en äldre gångstig. De smärre strecken angiva småtallarnas plats och höjdtillväxt sedan hackningen utfördes. Karta upprättad i aug. 1916 av kand. C. MALMSTRÖM. H = hackat parti, T = med torv bestrött parti, J = jämförelseyta.

Karte über die mit einer Hacke bearbeitete Parzelle nebst Vergleichsparzellen. Auf der Karte sind bezeichnet moderne Holzstämme und ein Fussteig. Die kleinen Linien geben den Höhenzuwachs der kleinen Kiefern an. H = gehackte Parzelle, F = mit Torf bedeckte Parzelle, J = Vergleichsparzelle.



För åtskilliga år sedan (omkring år 1900) företog överjägästare ANDERS HOLMGREN ett markberedningsförsök i en tallhed i övre delen av Älvsby revir utmed Pitälven. I marken plöjdes upp fåror med plog på ett avstånd av några meter från varandra. Någon inblandning av humustäcket med sanden åstadkoms ej, utan följden blev endast, att humustäcket kom att orubbat övertäckas med blekjord. Hösten 1916 hade jag tillfälle att iakttaga resultaten av dessa försök. Så vitt man kunde se, hade tyvärr ingenting vunnits. Inga tallplantor funnos på plogtillorna, tallarna invid plogfårorna hade ej heller i märkbar grad ökat sin tillväxt. Resultatet måste sålunda, anses rent negativt. Orsaken härtill skulle jag vilja se däri, att humustäcket ej kommit att inblandas med den underliggande mineraljorden, endast en omstjälpning av den normala lagerföljden mellan sand och blekjord hade ägt rum. Jordprov från dessa plogtillor visade ej ett spår till nitrifikation vid lagring.

Med hänsyn till de stora möjligheter, som finnas för att få fart på de små tallplantorna å heden, ha kulturer från ekonomisk synpunkt ett underordnat intresse. Skola sådder eller planteringar användas, får man nog alltid lov att använda fylljord, helst då en kväverik torvjord. Kulturerne å Östra Jörnsmarken äro, i betraktande av den sterila marken, ännu mycket vackra, men i förhållande till de kostnader, en dylik kultur drager, kan ju knappast resultatet anses glänsande. De förut ytterst långsamt växande tallplantorna växa nu däremot utomordentligt väl och det ser nästan ut, som om dessa ganska snart skulle komma att bilda ett väl slutet bestånd. På detta sätt kanske man kan få kostnaderna för torvtillförseln täckta.

Tallhedarna höra till våra minst produktiva skogstyper, några dyrbarare åtgärder kan man svårligen kosta på dem. Genom att sköta markerna så, att man får upp ett väl slutet bestånd, kan man alltid hoppas på att förbättra marktillståndet. Humuslagret tilltar då och får en bättre beskaffenhet, fuktigheten i humustäcket höjes, mossor kunna invandra. Omsättningen kommer att förlöpa på ett för skogen gynnsammare sätt, markens produktionsförmåga kan härigenom så småningom höjas. Det första villkoret härför är emellertid att frambringa ett någorlunda slutet bestånd. Av allt att döma kan detta bäst ske genom att ge de talrikt förekommande små, men svagt växtliga plantorna bättre utvecklingsbetingelser. Detta kan åstadkommas antingen genom markberedningar eller genom att på lämpligt sätt tillföra skogsmarken kvävehaltig torvjord, som i smärre portioner nedgrävas i marken och blandas med sanden.

---

## TABELLER

KEMISKA ANALYSER AV MARKEN, HUMUSKVÄVETS VATTENLÖSLIGHET OCH NITRIFICERBARHET, PEPTONSPALTNINGSFÖRSÖK, NITRIFIKATION I LÖSNING, SALPETERBILDNING VID JORDPROVENS LAGRING



Tab. 1. **Markens halt av i saltsyra lösliga beståndsdelar. Försöksfältet vid Fagerheden. Prov tagna på de kala, ännu ej bevuxna fälten.**

Gehalt an in Salzsäure löslichen Nährstoffen. Versuchsfeld bei Fagerheden. Proben aus kahlen Feldern genommen.

Analys av ALBERT ATTERBERG.

	a	b	c	d	Medeltal Mittel
B l e k j o r d (Bleicherde).					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	0,80	0,70	0,57	0,57	0,66
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	1,09	1,02	0,72	0,81	0,91
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,000	0,055	0,042	0,046	0,033
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,073	0,087	0,055	0,146	0,090
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,028	0,055	0,026	0,040	0,037
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,011	0,023	0,025	0,021	0,020
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	0,000	Spår Spuren	0,017	0,016	0,008
Summa	2,002	1,940	1,455	1,649	—
R o s t j o r d (Rosterde)					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	2,45	1,83	1,84	2,72	2,21
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	2,38	4,11	1,29	1,99	2,44
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,020	0,102	0,063	0,004	0,047
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,370	0,352	0,189	0,245	0,289
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,045	0,044	0,036	0,060	0,046
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,093	0,098	0,059	0,107	0,089
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	0,007	Spår Spuren	0,017	0,008	0,008
Summa	5,365	6,536	3,494	5,134	—
O v i t t r a d s a n d, 45 cm:s d j u p. (Untergrund, 45 cm Tiefe)					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	1,15	0,52	1,07	2,34	1,27
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	1,61	1,98	1,24	1,26	1,52
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,020	0,094	0,075	0,105	0,074
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,395	0,384	0,286	0,508	0,393
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,148	0,148	0,115	0,156	0,142
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,059	0,058	0,066	0,076	0,065
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	0,009	0,000	0,012	0,008	0,007
Summa	3,391	3,184	3,864	4,453	—

**Tab. 2. Markens halt av saltsyrelösliga beståndsdelar. Försöksfältet vid Fagerheden. Prov tagna under tallbevuxen mark.**

Gehalt an in Salzsäure löslichen Nährstoffen. Versuchsfeld bei Fagerheden. Proben unter Kiefern genommen.

Analys av ALBERT ATTERBERG.

	a	b	c	d	Medeltal Mittel
B l e k j o r d (Bleicherde)					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	0,25	0,39	0,20	0,31	0,29
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	0,64	0,35	0,33	0,74	0,51
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	Spår Spuren	0,022	0,012	0,032	0,017
Nagnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,036	0,025	0,149	0,031	0,060
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,024	0,030	0,034	0,025	0,028
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,018	0,014	0,011	0,024	0,017
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	Spår Spuren	0,010	0,008	0,014	0,008
Summa	0,968	0,841	0,744	1,176	—
R o s t j o r d (Rosterde)					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	2,72	2,83	4,07	3,15	3,19
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	2,12	2,44	2,72	2,59	2,47
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,089	0,066	0,090	0,075	0,080
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,360	0,342	0,286	0,260	0,312
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,065	0,051	0,080	0,074	0,068
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,066	0,114	0,158	0,130	0,117
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	Spår Spuren	0,016	0,055	0,016	0,022
Summa	5,420	5,859	7,459	6,295	—
O v i t t r a d s a n d, 45 c m : s d j u p. (Untergrund, 45 cm Tiefe)					
Lerjord ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	1,65	0,89	1,15	1,49	1,30
Järnoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	1,54	1,51	1,49	1,73	1,57
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,090	0,080	0,109	0,105	0,096
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,256	0,278	0,340	0,391	0,316
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	0,144	0,137	0,128	0,142	0,138
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,060	0,065	0,076	0,092	0,073
Svavelsyra ( $\text{SO}_3$ ) .....	Spår Spuren	0,005	0,014	0,017	0,009
Summa	3,740	2,965	3,307	3,967	—



## Tab. 3. Fullständig analys av jordprov från försöksfältet vid Fagerheden.

Bauschanalyse von den Bodenproben aus dem Versuchsfelde bei Fagerheden.

Analys av OLOF TAMM.

	Blekjord Bleichsand	Rostjord Rosterde	45 cm:s djup 45 » Tiefe	Rostjord 2 Rosterde 2	Blekjord. Slammad. Bleichsand. Abge- schlämmt.
Kiselsyra ( $\text{Si O}_2$ ).....	83,95	70,18	73,99	73,12	72,95
Sesquioxider ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ )	9,79	18,96	15,67	17,17	15,87
Fosforsyra ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	0,00	0,06	0,05	Spår Spuren	Spår Spuren
Kalk ( $\text{Ca O}$ ) .....	0,78	1,97	1,55	1,63	1,18
Magnesia ( $\text{Mg O}$ ) .....	0,24	0,55	0,45	0,68	0,32
Kali ( $\text{K}_2\text{O}$ ) .....	2,94	4,04	3,59	3,31	4,22
Natron ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) .....	2,89	2,69	3,19	4,13	3,99
Glödningsförlust Glühverlust	0,28	1,00	0,53	0,90	0,46
Summa	100,87 %	99,45 %	99,02 %	100,94 %	98,99 %

Tabell 4. Undersökning över kväveföreningarnas vattenlöslighet i humusprov från tallhedar.

Undersökning omedelbart efter provtagningen.

Untersuchung über die Wasserlöslichkeit der Stickstoffverbindungen in Humusproben.  
Untersuchung unmittelbar nach dem Einsammeln der Proben.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Boden- proben	Humus Humus	Humus pr kvm Humus pro qm	Total-N i % av humus Total-N in % des Humus	Lösligt N i % av humus Löslicher N in % des Humus	Lösligt N i % av total-N Löslicher N in % des Total-N	Total-N pr kvm Total-N pro qm	Lösligt N pr kvm Löslicher N pro qm
		%	%	%	%	%	%	%
1	Bestånd. Västerbotten. Östra Jörnsmarken.	36,1	1,198,8	1,8	0,01	0,8	58,0	27,0
2	Under tall. Unter einem trockenen Baumzopf. Västerbotten. Östra Jörnsmarken.	47,1	961,2	1,4	0,01	0,7	27,7	13,5
3	Kalfält. Kahles Feld. Västerbotten. Östra Jörnsmarken.	30,3	404,8	2,0	0,01	0,7	26,6	9,1
4	Kalfält. Kahles Feld. Västerbotten. Östra Jörnsmarken.	28,8	611,4	2,0	0,03	1,6	43,3	34,8
5	Tallbestånd. Kiefernbestånd. Norrbotten. Fagerheden.	38,5	2,698,0	1,0	0,01	1,0	70,8	68,7
6	Tall med föryngring. Kiefer mit Verjüngung. Norrbotten. Fagerheden.	60,8	1,515,0	1,6	0,02	1,1	40,4	27,4
7	Under ungall. Unter einer jungen Kiefer. Norrbotten. Fagerheden.	41,2	997,2	1,1	0,01	0,9	26,4	21,8
8	Öppet fält. Kahles Feld. Norrbotten. Fagerheden.	39,5	623,7	1,7	0,01	0,5	26,3	8,4
9	Tall med föryngring. Kiefer mit Verjüngung. Jämtland. Bispgården.	29,1	—	1,3	0,01	1,1	—	—
10	Tall utan föryngring. Kiefer ohne Verjüngung. Jämtland. Bispgården.	45,1	—	1,4	0,01	0,6	—	—
11	Öppet fält. Kahles Feld. Jämtland. Bispgården.	32,0	—	1,1	0,01	0,7	—	—

Tabell 5. Undersökning av kväveföreningarnas vattenlöslighet hos de i tab. 4 analyserade humusproven. Proven ha fått multna i glasbägare.

Untersuchung über die Wasserlöslichkeit der Stickstoffverbindungen in den Humusproben, die in Tab. 4 analysiert worden sind.

1	2	3	4	5	6
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Total-N i % av humus Total-N in % des Humus %	Lösligt N i % av humus Löslicher N in % des Humus %	Lösligt N i % av total-N Löslicher N in % des Total N %	Humus Humus %
1	Bestånd. Bestand.	1,6	0,05	2,8	35,5
	Under låga. Unter einem Baumzopf.	1,5	0,02	3,8	39,1
	Kalfält vid låga. Kahles Feld.	2,1	0,04	1,8	30,5
	Kalfält. Kahles Feld.	2,0	0,06	3,6	22,9
2	Tallbestånd. Kiefernbestand.	1,2	0,03	2,8	45,4
	Tall med föryngring. Kiefer mit Verjüngung.	2,4	0,02	0,9	37,4
	Under ung tall. Unter einer jungen Kiefer.	1,5	0,01	0,7	40,7
	Kalfält. Kahles Feld.	1,7	0,01	0,6	39,6
3	Tall med föryngring. Kiefer mit Verjüngung.	1,5	0,03	1,9	31,3
	Tall utan föryngring. Kiefer ohne Verjüngung.	1,4	—	—	38,9
	Öppet fält. Kahles Feld.	1,5	0,03	1,7	26,9

**Tabell 6. Undersökningar över kväveföreningarnas vattenlöslighet i humusprov från försöksfältet vid Fagerheden. Förmultningstid nov. 1909—mars 1911.**

Untersuchung über die Wasserlöslichkeit der Stickstoffverbindungen in Humusproben.  
Versuchsfeld Fagerheden.  
Vermoderungszeit nov. 1909—mars 1911.

1	2		3	4	5	6
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben		Total-N i % av humus Total-N in % des Humus, %	Lösligt N i % av humus Löslicher N in % des Humus %	Lösligt N i % av total-N Löslicher N in % des Total-N %	Humus Humus %
1	Prov på öppet fält. Kahles Feld.	Ingen upphettning ... .. Ohne Erhitzung.  Upphettning till 90° C. ... Erhitzung auf 90° C.  Upphettning till 130° C.... Erhitzung auf 130° C.	1,1  1,2  1,3	0,06  0,03  0,05	5,3  2,7  4,1	36,7  30,9  35,3
2	Under tall med föryngring. Unter Kiefer mit Verjüngung.	Ingen upphettning ..... Ohne Erhitzung.  Upphettning till 90° C. ... Erhitzung auf 90° C.  Upphettning till 130° C. Erhitzung auf 130° C.	2,4  3,5  3,0	0,73  0,22  —	30,9  6,4  —	41,0  29,8  32,8
3	Prov från ungskogen. Junges Holz.	Ingen upphettning ..... Ohne Erhitzung.  Upphettning till 90° C. ... Erhitzung auf 90° C.  Upphettning till 130° C. ... Erhitzung auf 130° C.	1,9  1,6  1,7	0,69  0,07  0,08	36,4  4,6  4,6	62,0  72,0  64,0

Tabell 7. **Undersökning av nitrifikationsförmågan hos jordprov från tallhedar.**  
**Jordprov tagna 1916 från försökskulturerna vid Bispgården.**

Untersuchung über die Nitrifikation in 1916 entnommenen Humusproben aus Kiefernheiden.  
 Die Versuche bei Bispgården.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Beginn des Versuches mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Ende des Versuches mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
1	Humus från tallhed. Provet insamlat mellan träden. Försöket anlagt 1910 Humus aus einer Kiefernheide. Probe zwischen den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1910 angelegt.	10,0	0,2	2,0	0,0	0,4	0,0	0,02	18
2	Humus från tallhed. Provet insamlat under träden. Försöket anlagt 1910 Humus aus einer Kiefernheide. Probe unter den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1910 angelegt.	21,9	0,4	2,0	0,0	24,0	0,0	0,6	
3	Humus från tallhed. Provet insamlat mellan träden. Försöket anlagt 1911 Humus aus einer Kiefernheide. Probe zwischen den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1911 angelegt.	12,2	0,2	1,9	0,2	0,6	0,0	0,03	
4	Humus från tallhed. Provet insamlat under träden. Försöket anlagt 1911 Humus aus einer Kiefernheide. Probe unter den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1911 angelegt.	21,9	0,5	2,2	6,0	80,0	0,12	1,6	
5	Rostjord från tallhed. Provet insamlat mellan träden. Försöket anlagt 1911 Rosterde aus einer Kiefernheide. Probe zwischen den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1911 angelegt.	4,7	0,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
6	Rostjord från tallhed. Provet insamlat under träden. Försöket anlagt 1911 Rosterde aus einer Kiefernheide. Probe unter den Bäumen eingesammelt. Der Versuch im Jahre 1911 angelegt.	2,2	0,04	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

**Tabell 8. Försök över jordprovens peptonspaltningförmåga.  
Försöksfältet vid Fagerheden.**

Tio kbcm 1,5 % lösning, 5 kbcm jorduppslamning (1:1).

Peptonspaltning der Bodenproben.

Versuchsfeld bei Fagerheden.

1	2	3	4
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Provrör Einzel- versuch	Medeltal Mittel
1	Öppet fält. Kahles Feld.	1,0 0,8 0,8	0,9
2	Öppet fält. Kahles Feld.	0,6 0,7 0,8	0,7
3	Tall med föryngring. Kiefer mit Verjüngung.	1,0 1,0 1,0	1,0
4	Bestånd. Lavrik mark. Bestand. Flechtenreiche Bodendecke.	1,8 2,1 1,8	1,9
5	Bestånd. Lavmatta. Bestand. Bodendecke aus Flechten.	1,3 0,7 1,0	1,0
6	Bestånd. Mosstäckes. Bestand. Moosdecke.	2,5 2,4 1,0	1,3
7	Öppet fält. Kahles Feld.	0,6 0,4 0,6	0,5
8	Öppet fält. Kahles Feld.	0,6 0,6 0,6	0,6
9	Under tall med rik föryngring. Unter Kiefer mit reichlicher Verjüngung.	1,0 0,8 1,0	0,9
10	Under gran med tallföryngring. Unter einer Fichte mit Jungholz aus Kiefern.	0,6 0,4 0,3	0,4
11	Bestånd vid ån av tall och gran. Bestand aus Kiefern und Fichten am Flusse.	1,4 1,7 1,8	1,6
12	Bestånd vid ån. Lavar. <i>Dicranum</i> . Bestand am Flusse, Flechten, <i>Dicranum</i> .	2,7 2,9 3,4	3,0

1	2	3	4
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Provrör Einzel- versuch	Medeltal Mittel
13	Skog på den brunna delen av heden. Bestand auf dem gebrannten Teile der Heide.	2,9 2,0 1,8	2,2
14	Skog på den brunna delen av heden. Bestand auf dem gebrannten Teile der Heide.	1,4 1,3 1,1	1,3
<p><i>Tabell 9. Försökskulturen vid Fagerheden.</i> Versuchskulturen bei Fagerheden.</p>			
15	Grop med A-planter vid stubbe. Avdelning 12. Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 12.	0,6 0,4 0,7	0,6
16	Gropar med B-planter. Avdelning 12. Pflanzlöcher mit B-Pflanzen. Abteilung 12.	0,4 1,0 0,8	0,7
17	Grop med C-planter. Avdelning 12. Pflanzloch mit C-Pflanzen. Abteilung 12.	0,1 0,4 0,7	0,4
18	Grop med A-planter nära stubbe. Avdelning 12. Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 12.	0,8 0,7 0,4	0,6
19	Grop med B-planter. Avdelning 12. Pflanzloch mit B-Pflanzen. Abteilung 12.	1,0 0,8 0,8	0,9
20	Grop med C-planter. Avdelning 12. Pflanzloch mit C-Pflanzen. Abteilung 12.	0,6 0,6 0,8	0,7
21	Grop med A-planter vid stubbe. Avdelning 2. Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 2.	2,4 2,7 4,1	3,1
22	Grop med C-planter. Avdelning 2. Pflanzloch mit C-Pflanzen. Abteilung 2.	4,5 4,5 3,2	4,1
23	Med hacka bearbetat fält. Avdelning 13. Mit Hacke bearbeitetes Feld. Abteilung 13.	0,3 0,3 0,6	0,4
24	Med hacka bearbetat fält. Avdelning 13. Mit Hacke bearbeitetes Feld. Abteilung 13.	0,4 0,6 0,7	0,6

Tabell 10. Försök över jordprovens förmåga att nitrifiera en ammonium-Nitrifikationsversuche in einer Ammoniumsulfatlösung.

1	2	3	O b s e r B e o b .					
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben.							
		17/8 1914			24/8 1914			
		H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1	Grop med A-plantor vid stubbe. Afdelning 12..... Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 12	3	0	0	3	0	0	
2	Gropar med B-plantor. Avdelning 12 ..... Pflanzlöcher mit B-Pflanzen. Abteilung 12.	3	0	0	3	0	0	
3	Grop med svaga plantor. Avdelning 12..... Pflanzloch mit schwachen Pflanzen. Abteilung 12	3	0	0	3	0	0	
4	Grop med A-plantor nära stubbe. Avdelning 12..... Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 12	3	0	0	3	0	0	
5	Grop med B-plantor. Avdelning 12 ..... Pflanzloch mit B-Pflanzen. Abteilung 12	3	0	0	3	0	0	
6	Grop med svaga plantor. Avdelning 12 ..... Pflanzloch mit schwachen Pflanzen. Abteilung 12	3	0	0	3	0	0	
7	Grop med A-plantor vid stubbe. Avdelning 2 ..... Pflanzloch mit A-Pflanzen bei einem Stock. Abteilung 2	3	0	0	3	0	0	
8	Grop med C-plantor. Avdelning 2 ..... Pflanzloch mit C-Pflanzen. Abteilung 2	3	0	0	3	0	0	
9	Med hacka bearbetat fält. Avdelning 13 ..... Mit Hacke bearbeitetes Feld. Abteilung 13	3	0	0	3	0	0	
10	Med hacka bearbetat fält. Avdelning 13 ..... Mit Hacke bearbeitetes Feld. Abteilung 13				3	0	0	
11	Öppet fält ..... Kahles Feld	3	0	0	3	0	0	
12	Öppet fält ..... Kahles Feld				3	0	0	
13	Under tall med rik föryngring ..... Unter Kiefer mit reichlicher Verjüngung	3	0	0	3	0	0	
14	Under gran med tallföryngring..... Unter einer Fichte mit Jungholz aus Kiefern				3	0	0	
15	Bestånd vid ån av tall och gran ..... Bestand aus Kiefern und Fichten am Flusse	3	0	0	3	0	0	
16	Bestånd vid ån. Lavar, <i>Dicranum</i> ..... Bestand am Flusse. Flechten, <i>Dicranum</i>							
17	Skog på den brunna delen ..... Bestand auf dem gebrannten Teile der Heide	3	0	0	3	0	0	
18	Skog på den brunna delen ..... Bestand auf dem gebrannten Teile der Heide							



**sulfatlösning. Försöksfältet och försökskulturerna vid Fagerheden.**

Versuchsfeld und Versuchskulturen bei Fagerheden.

3

vationsdag ar  
achtungstage

31/8 1914			8/9 1914			16/9 1914			30/9 1914			14/10 1914			28/10 1914			11/11 1914		
H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0
3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0
3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0	1	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0
3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	(2)	0	0
3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	1	0	0
3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	0	0	1	0	0

Tabell 11. Jordprovens förmåga att vid lagring bilda Salpeter.  
Försöksfältet vid Fagerheden.

Nitrifikation in den Bodenproben bei Lagerung.  
Versuchsfeld bei Fagerheden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Beginn des Versuches mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Ende des Versuches mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit vecko Wochen
1	Under tall. Barravfall. Lucker humus. Unter Kiefer. Nadelstreu.	57,2	0,1	1,6	0,0	0,0	—	—	14
2	Under tall. Mera ris, mera seg humus. Unter Kiefer. Reiser, zäherer Humus.	62,2	1,1	1,7	0,0	0,0	—	—	
3	Under tall. Föga ris, mera barr- avfall. Lucker humus. Unter Kiefer. Wenig Reiser. Nadelstreu. Lockerer Humus.	46,1	0,9	2,0	0,0	0,0	—	—	
4	Under tall. Mycket ris. Seg humus. Unter Kiefer. Viel Reiser. Zäher Humus.	37,2	0,6	1,7	0,0	0,0	—	—	
5	Öppet kalt parti i försökssåddernas närhet. Kahlfläche in der Nähe der Versuchs- kulturen.	35,2	0,6	1,8	0,0	0,0	—	—	

Tab. 12. Jordprov från försökskulturerna vid Fagerheden.

Bodenproben aus den Versuchskulturen bei Fagerheden.

6	Parcell nr. 6. Vackra, mörkgröna plantor av klass A å naken fläck. Parzelle Nr. 6. Pflanzloch mit A-Pflan- zen auf nacktem Boden.	2,4	0,1	2,9	0,0	0,0	—	—	14
7	Parcell nr. 2. Vackra, mörkgröna plantor av klass A invid mult- nande låga. Parzelle nr. 2. Pflanzloch mit A-Pflan- zen. Modernes Holz.	5,0	0,1	2,1	0,3	3,5	0,030	0,350	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Beginn des Versuches mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Ende des Versuches mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
8	Parcell nr. 3. Vackra, mörkgröna plantor av klass A invid mult- nande låga. Parzelle Nr. 3. Pflanzloch mit A-Pflan- zen. Modernes Holz.	7,9	0,2	2,4	0,0	3,5	—	0,175	14
9	Parcell nr. 6. Vackra, mörkgröna plantor av klass A invid stubbe. Parzelle Nr. 6. Pflanzloch mit A-Pflan- zen. Bei einem Stock.	13,6	0,2	1,6	0,0	26,0	—	1,300	
10	Parcell nr. 12. Vackra, men av snöskytt döda plantor invid stubbe. Klass A. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit von Schneeschütte getötenen A-Pflanzen, bei einem Stock.	7,0	0,1	1,8	0,0	50,0	—	5,000	
11	Parcell nr. 12. Vackra plantor av klass A invid sönderbruten stubbe. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit A-Pflan- zen bei einem zerbrochenen Stock.	8,5	0,2	2,0	0,0	0,3	—	0,015	
12	Parcell nr. 6. Medelgoda blek- gröna plantor av klass B. Ingen låga eller stubbe. Parzelle Nr. 6. Pflanzloch mit B-Pflan- zen. Kein Stock, kein modernes Holz.	9,7	0,3	3,0	0,3	0,0	0,010	—	
13	Parcell nr. 1. Medelgoda plantor av klass B. Ingen stubbe eller låga. Parzelle Nr. 1. Pflanzloch mit B-Pflan- zen. Kein Stock, kein modernes Holz.	5,9	0,1	2,0	0,0	0,0	—	—	
14	Parcell nr. 5. Medelgoda plantor av klass B. Ingen stubbe eller låga. Parzelle Nr. 5. Pflanzloch mit B-Pflan- zen. Kein Stock, kein modernes Holz.	5,3	0,2	3,4	0,0	0,0	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	Provets art och härstamnin Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Glödningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total N av glödningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Beginn des Versuches mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Ende des Versuches mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
15	Parcell nr. 12. Medelgoda plantor av klass B. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit B-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	7,9	0,2	2,1	0,0	0,2	—	0,010	14
16	Parcell nr. 12. Medelgoda plantor av klass B. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit B-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	4,3	0,1	2,4	0,0	0,0	—	—	
17	Parcell nr. 12. Usel planta av klass C. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	5,0	0,1	2,4	0,0	0,0	—	—	
18	Parcell nr 10. Usla plantor av klass C. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 10. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	3,5	0,1	2,1	0,0	0,0	—	—	
19	Parcell nr. 6. Usla plantor av klass C. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 6. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	6,3	0,2	2,8	0,0	0,0	—	—	
20	Parcell nr. 2. Usla plantor av klass C, ej långt från läga. Parzelle Nr. 2. Pflanzloch mit C-Pflan- zen, in der Nähe moderndes Holz.	5,0	0,1	2,5	0,0	0,0	—	—	
21	Parcell nr. 1. Usla plantor av klass C. Ingen stubbe eller läga. Parzelle Nr. 1. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	6,2	0,2	2,4	0,0	0,0	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Glödning förlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total N bei trockenem Boden %	Total-N av glödning förlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Beginn des Versuches mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N zu Ende des Versuches mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N zu Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
22	Parcell nr. 1. Usla plantor av klass C. Ingen stubbe eller låga. Parzelle Nr. 1. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	5,0	0,1	2,3	0,0	0,0	—	—	14
23	Parcell nr. 12. Usla plantor av klass C. Ingen stubbe eller låga. Parzelle Nr. 12. Pflanzloch mit C-Pflan- zen. Kein Stock, kein moderndes Holz.	5,7	0,1	1,9	0,3	0,0	0,030	—	
24	Hackat parti. Provet taget nära stubbar. Gehackte Partie in der Nähe eines Stockes.	12,2	0,2	2,0	0,4	0,4	0,020	0,020	
25	Jord kring låga. Probe in der Nähe modernden Holzes.	24,8	0,5	1,9	0,4	4,0	0,008	0,080	8
26	Jord kring låga. Probe in der Nähe modernden Holzes.	25,0	0,4	1,6	0,4	1,2	0,010	0,030	
27	Jord kring låga. Probe in der Nähe modernden Holzes.	47,5	0,6	1,2	—	0,4	—	0,007	
Tab. 13. Jordprov från kalfälten vid Jörns station. Bodenproben aus den kahlen Feldern bei Jörn.									
28	Stark trampad mark med <i>Rumex</i> <i>acetosella</i> . Stark zertretener Boden mit <i>Rumex</i> <i>acetosella</i> .	56,6	1,0	1,8	4,8	200,0	0,048	2,000	14
29	Av tramp bearbetad yta. Stark zertretene Fläche.	44,3	0,7	1,7	0,0	1,4	—	0,020	
30	Kalfält. Otrampad mark. Kahles Feld. Nicht zertretener Boden.	50,6	0,8	1,6	0,0	0,0	—	—	14

## LITTERATUR.

- BLOMQUIST, A. G. (1881). Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrivna. I. Tallen. Finska forstfören. meddeland. Band 3.
- ERICSSON, BERNH. (1892). Småplock från Lappmarken. I. Anteckningar från en resa i Sodankylä revier sommaren 1890 samt föregående minnen. Finska forstfören. meddeland. Band 9.
- HESSELMAN, HENRIK (1910). Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 7.
- (1917 a). Studier öfver salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 13—14.
- (1917 b). Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 13—14.
- HULT, R. (1887). Die alpine Pflanzenformation des nördlichsten Finlands. Meddel. Soc. Fauna et Flora Fenn. Band 14. Helsingfors.
- LAGERBERG, TORSTEN (1912). Studier över den norrländska tallens sjukdomar, särskilt med hänsyn till dess föryngring. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 9.
- (1914). Markfloras analys på objektiv grund. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 11.
- LINNÉ, C. (1889). Iter Dalecarlicum i CARL VON LINNÉ'S ungdomsskrifter, saml. av EWALD ÅHRLING. Ser. II.
- OSTENFELD, C. H. (1902). Botaniske iakttagelser fra Rendalen i det østlige Norge. Nyt Mag. f. Naturvidenskab. Bd. 40. Christiania.
- RAMANN, E. (1886). Der Ortstein und ähnliche Sekundärbildningen in den Diluvial- und Alluvial-Sanden. Jahrb. der königl. preuss. geolog. Landesanstalt für 1885. Berlin.
- SAMUELSSON, GUNNAR (1917). Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden in Dalarne. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Uppsala. Ser. IV. Vol. 4. N:o 8.
- SYLVÉN, NILS (1916). Den nordsvenska tallen. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanst. H. 13—14. 1917.
- VALMARI, J. (1912). Untersuchungen über die Lösbarkeit und Zerzetsbarkeit der Stickstoffverbindungen im Boden. Abh. der agriculturw. Gesellsch. in Finland. H. 3. Helsingfors.
- WARMING, E. (1887). Om Grönlands vegetation. Meddel. om Grönland. Bd XII. København.
- TAMM, OLOF (1915). Beiträge zur Kenntnis der Verwitterung in Podsolböden aus dem mittleren Norrland. Bull. of the Geol. Inst. of Uppsala. Vol. XIII.
- (1917). Om skogsjordsanalyser. Meddel. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 13 och 14.

## **Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden.**

VON HENRIK HESSELMAN.

### **II.**

#### **Resümee.**

(Schwedischer Text. S. 1221—1286.)

In den Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens für das Jahr 1910, H. 7, veröffentlichte Verf. einen Bericht über gewisse Studien über die Verjüngung der norrländischen Kiefernheiden. Das Resultat dieser Studien lässt sich folgendermassen zusammenfassen. Die langsame und in vielen Hinsichten eigentümliche Verjüngungsweise der Kiefernheiden lässt sich nicht durch äussere Schwierigkeiten für die Entwicklung der Pflanzen erklären. Schnee- oder Schneekrustendruck, das Weiden der Rentiere oder die Konkurrenz, die die Kiefernpflanzen mit Flechten und Zwergsträuchern zu bestehen haben, können nicht als ein hinreichender oder in allen Beziehungen befriedigender Erklärungsgrund herangezogen werden, weder für die äusserst langsame Verjüngung noch auch für die eigentümliche Verteilung der Pflanzen auf der Kiefernheide. Die Ursache ist vielmehr in der Beschaffenheit des Bodens zu suchen. Die ausgeführten Untersuchungen zeigten ausserdem, dass die eigentümliche Verjüngung — das Aufwachsen der Pflanzen unter oder in der Nähe von älteren Bäumen oder um vermodernde umgefallene Bäume herum — nicht durch die Wasserzufuhr bedingt sein konnte. Die wenigst entwicklungsfähigen Kiefernpflanzen, die nämlich, welche auf den mehr offenen Feldern vorkommen, hatten während Trockenzeiten eine gleichmässiger und reichlichere Wasserzufuhr als die Pflanzen unter oder in der Nähe der älteren Bäume. Diese vermögen jedoch im allgemeinen sich zu ordentlichen Bäumen zu entwickeln, während die Pflanzen auf den offenen Feldern in grosser Anzahl untergehen. Diese Untersuchungen nebst einigen anderen Beobachtungen führten Verf. auf den Gedanken, dass die eigentliche Ursache in der Beschaffenheit der Humusdecke zu suchen sein müsste. Die Humusdecke auf den offenen Feldern musste wahrscheinlich eine für die Entwicklung der Pflanzen ungünstige Beschaffenheit haben, während sie unter und in der Nähe der älteren Bäume günstigere Eigenschaften besass. Diese Gesichtspunkte waren die leitenden bei dem fortgesetzten Studium des Kiefernheidenproblems.

### **KAP. I. Äussere Hindernisse für die Entwicklung der Pflanzen.**

#### **Konkurrenz mit den Pflanzen der Bodendecke.**

In der früher veröffentlichten Abhandlung (HESSELMAN 1910) wird betont, dass die Rentierflechtendecke auf den Kiefernheiden Norrbottens nie oder selten eine solche Entwicklung erreicht, dass sie ein Hindernis für die Ver-

jüngung bildet. Die Flechtendecke bildet sogar ein günstigeres oder besseres Keimbett als eine Moosdecke. Indessen kann die Renntierflechte zuweilen eine solche Entwicklung und eine solche Üppigkeit aufweisen, dass sie der Verjüngung ein wirkliches Hindernis entgegenstellt. Dies ist nämlich der Fall im obersten Dalarna, vor allem in den Staatsforsten von Särna und Idre und ganz besonders in der Staatsforst von Grövelsdalen längs dem Bach Rångbäcken.

Die Moränenhügel sind dort vollständig mit einem üppigen, schwellenden Renntierflechtenteppich überzogen, der fast ausschliesslich aus mehr als dezi-meterhohen Exemplaren von *Cladina alpestris* gebildet ist. Zwergsträucher, wie Heide und in geringerem Grade Heidelbeere, Preiselbeere und Rauschbeere, kommen nur in mehr zerstreuten, mageren und, wie es scheint, von den Flechten unterdrückten Exemplaren vor. Der üppige Renntierflechten-teppich breitet sich über Steine und auf dem Boden liegende, umgestürzte Bäume aus und umhüllt diese mit einem Pelz, ganz wie die Weissmoose in einem Moor umgefallene Baumstämme zu überwachsen pflegen (siehe Fig. 1). Nur auf grösseren Blöcken, die sich über den Boden erheben, kommt *Cladina silvatica* vor, in dem Flechtenteppich trifft man hier und da kleine Rasen von *Dicranum robustum* an. Die Kiefer bildet einen undichten, mageren, wenig wachstumskräftigen Bestand mit sehr spärlich eingemischter Birke (*Betula odorata* und *verrucosa*) in niedrigen Exemplaren. Auf der Südseite der Moränenhügel ist der Wald etwas besser geschlossen als auf ihrer Nordseite. Auf der Südseite kommt dann *Cladina silvatica* zusammen mit *Cladina rangiferina* vor, die auf der Nordseite allein herrschend wird. Trotzdem der Wald sehr licht ist, fehlen innerhalb grosser Gebiete alle Kiefern-pflanzen, sowohl wüchsige wie unwüchsige; die Flechtendecke hat offenbar eine solche Üppigkeit erreicht, dass sie das Keimen der Kiefern Samen unmöglich macht.

Gewisse von den Kiefernheiden des oberen Dalarna erinnern so in auffälliger Weise an die Kiefernwälder in Finnland, die von A. G. BLOMQUIST (1881) und BERNH. ERICSSON (1892) beschrieben worden sind, nach deren Beobachtungen die Renntierflechte an vielen Stellen ein wesentliches Hindernis für die Entwicklung der Kiefern-pflanzen bildet. Besonders soll dies in Enontekis der Fall sein, wo nach Beobachtungen *Cladina alpestris* sehr reichlich vorzukommen scheint.

Gewisse Varianten der Kiefernheiden im oberen Dalarna können demnach sich nicht verjüngen, sofern nicht die hindernde Flechtendecke entfernt wird. Dies braucht indessen um so weniger auf Schwierigkeiten zu stossen, als die üppig wuchernde Renntierflechte ein keineswegs unwichtiges Viehfutter bildet, das schon jetzt als ein Zuschuss zu dem mehr normalen Winterfutter von Gras- und Moorwiesenheu eingesammelt wird. An den Stellen, wo man Renntierflechte eingesammelt hat, wird jedoch der Boden von einer trockenen, mageren Humusdecke bedeckt, die, von halbvermoderten Flechtenresten gebildet, die Samen daran hindert, in den Erdboden hinabzukommen und zu keimen. Eine Bodenbearbeitung, nicht nur eine Entfernung der Flechtendecke, ist daher notwendig, um eine Verjüngung in diesen Wäldern zu ermöglichen. Auf das Verfahren bei derartigen Bodenbearbeitungen auf Kiefernheiden komme ich noch weiter unten zu sprechen.



### Die Bedeutung des Schneekrustendrucks.

Wie ich in meinem früheren Aufsatz (1910) erwähnt habe, wird dem Schneekrustendruck allgemein eine grosse Bedeutung für die jungen Kiefernheidepflanzen zugeschrieben. Wenn die Schneekruste über grosse Gebiete hin plötzlich niedersinkt, werden die mit der Spitze oder mit den Ästen eingefrorenen Kiefernpflanzen zu Boden gepresst, geknickt und beschädigt. Möglicherweise werden hierdurch Angriffspunkte für die Parasitenpilze geschaffen, die LAGERBERG (1912) näher geschildert hat.

Abb. 2 zeigt indessen, wie die Schneeschmelze auf der Heide vor sich geht, wenn der Schnee mehr locker ist. Er schmilzt zuerst unter den Bäumen und um sie herum weg. Unter den Bäumen bilden sich daher bald kahle Flecke. Aber auch die kleinen, halb unwüchsigen Kiefernpflanzen werden bald von derartigen schneefreien Partien umgeben. Auf dem Bilde sieht man wenigstens eine solche Pflanze auf einem kahlen Fleck, der sich rings um die Pflanze herum gebildet hat. Auch die übrigen Kiefernpflanzen, die über die Schneedecke emporragen, sind von derartigen kleinen Schmelzhöhlen umgeben, obwohl diese noch so geringe Ausbreitung haben, dass sie nicht auf dem Bilde hervortreten. Dadurch, dass die Kiefernpflanzen auf diese Weise von der Schneedecke befreit werden, wird die Gefahr für sie, von dem bei der Schmelze zusammensinkenden Schnee niedergepresst zu werden, beträchtlich vermindert. Ein Niederpressen der Kiefernpflanzen konnte auch während des Frühlings 1915 nicht wahrgenommen werden.

### KAP. II. Das Wachstum der Kiefernpflanzen auf verschiedenen Teilen einer Heide.

In meiner oben erwähnten Abhandlung (HESSELMAN 1910) wurde ziemlich ausführlich darüber berichtet, wie die Kiefernpflanzen auf den undicht bestandenen Kiefernheiden sich vorzugsweise unter oder in der Nähe von älteren, auf der Heide stehenden Bäumen sowie um umgefallene Baumstämme und Baumzöpfe herum entwickeln (siehe Fig. 3 und 4). Die mehr offenen Felder können ziemlich lange baumlos bleiben, obwohl auch dort Kiefernpflanzen allmählich aufwachsen.

Um die physiologischen Bedingungen für die Entwicklung der Kiefern auf den verschiedenen Teilen der Heide näher zu verstehen, ist es von einem gewissen Interesse, ihre Zuwachskurven zu untersuchen.

Fig. 5 gründet sich auf eine Untersuchung von 30 Kiefern aus der Staatsforst Östra Jörnsmarken. Zehn Kiefern sind auf mehr kahlen, offenen Partien der Kiefernheide eingesammelt worden, zehn Stück unter solchen, die im Schutz älterer Bäume aufgewachsen sind, und schliesslich zehn Stück neben auf dem Boden liegenden Baumzöpfen (siehe Fig. 3). Sämtliche Kiefern haben sich sehr langsam entwickelt, besonders während der ersten Zeit. Sie hatten ein Durchschnittsalter von 6,5 Jahren bei einer Höhe von drei Dezimeter. Die Kiefern unter den Kiefernkronen haben danach die rascheste Entwicklung aufgewiesen, indem sie eine Höhe von 1,8 m bei einem mittleren Alter von 28,6 Jahren erreicht haben. Danach kommen die Kiefern, die um

die Baumzöpfe herum aufgewachsen sind; sie haben dieselbe Höhe bei einem mittleren Alter von 30,0 Jahren erreicht. Die langsamste Entwicklung zeigen die Kiefern auf den kahlen Feldern, sie haben die 1,8 m-Höhe bei einem mittleren Alter von 32,5 Jahren erreicht. Wie man sieht, sind die Unterschiede gering, sämtliche Pflanzen haben sich äusserst langsam entwickelt, am schlechtesten jedoch die Pflanzen auf den kahlen Feldern.

Fig. 6 zeigt einen grösseren Unterschied zwischen den Pflanzen auf den verschiedenen Stellen der Heide. Sie gründet sich auf eine Untersuchung von 10 Kiefern, von denen fünf unter älteren Kiefern, fünf neben auf dem Boden liegenden Baumzöpfen eingesammelt worden sind. Die Kiefern wurden von derselben Stelle in der Staatsforst Östra Jörnsmarken wie bei der vorhergehenden Untersuchungsreihe genommen. Die Kiefern haben zunächst ein sehr gleichartiges Wachstum aufgewiesen. Sie haben für die ersten drei Dezimeter in dem einen Falle 4 Jahre, in dem anderen Falle 4,2 Jahre, also ziemlich dieselbe Zeit, gebraucht. Die Kiefern unter den Bäumen zeigen danach ein schnelleres Wachstum, so dass sie eine Höhe von 2,1 m bei einem mittleren Alter von 16,4 Jahren erreicht haben, während die Kiefern neben den Baumzöpfen bei derselben Höhe ein mittleres Alter von 21,4 Jahren haben.

Ein etwas anderes Resultat habe ich bei der Untersuchung von 30 Kiefern, eingesammelt auf dem Versuchsfelde bei Fagerheden in Norrbotten, erhalten. Hier wurden 10 Kiefern unter solchen eingesammelt, die auf kahlem Felde aufgewachsen waren, 10 unter solchen, die unter Kiefernkronen, und weitere 10, die neben Fichten aufgewachsen waren (siehe Fig. 4—6 bei HESSELMAN 1910). Das Resultat ist in Fig. 7 wiedergegeben. Die Kiefern auf den kahlen Feldern haben sich am besten entwickelt, danach kommen die Kiefern neben den Fichten (vgl. Fig. 6 bei HESSELMAN 1910, S. 40), und am langsamsten sind die Kiefern unter den älteren Kiefernkronen gewachsen. Die Kiefern auf kahlem Felde haben bei 1,8 m Höhe ein mittleres Alter von 24,1 Jahren, die neben den Fichten stehenden ein mittleres Alter von 27,8 Jahren und schliesslich die unter den Kiefern stehenden ein mittleres Alter von 32,6 Jahren. Wollte man aus dem Alter der Bäume einen Schluss ziehen, wo sie die besten Entwicklungsbedingungen haben, so würde man, was die Verhältnisse auf Fagerheden betrifft, unzweifelhaft antworten, dass die mehr kahlen Felder am besten sind, und dass die schlechtesten Bedingungen unter den Kiefernkronen vorhanden sind. Aber unter den Kiefernkronen trifft man kleine, dichte Bestände von jungen Kiefern an, während die offenen Partien nur sehr langsam von Jungholz eingenommen werden. Wie ist dieser Widerspruch zu erklären?

In der Staatsforst Östra Jörnsmarken dagegen sind die Entwicklungsbedingungen etwas schlechter auf den kahlen Feldern als unter den Kiefernkronen, der Unterschied ist aber unbedeutend. Im Verhältnis zu diesem unbedeutenden Unterschied erscheint es recht eigentümlich, dass die Verjüngung auf den mehr offenen Kiefernheidepartien äusserst langsam vor sich geht, während man kleine, schöne Jungholzgruppen unter älteren Kiefern findet. Eine Erklärung dieser Erscheinungen kann indessen durch ein genaueres Studium der Bodenbeschaffenheit innerhalb der verschiedenen Teile einer Kiefernheide, vor allem eine Untersuchung der Humusdecke selbst, erhalten werden.

### KAP. III. Chemische Analysen des Bodens der Kiefernheiden.

Eine Prüfung der Analysenresultate (in 20 %-iger Salzsäure lösliche Bestandteile, 1-stündiges Kochen, Tab. 1) zeigt zunächst, dass die obersten fünf Zentimeter auf den kahlen Feldern weniger bezüglich der in Salzsäure löslichen Nährsalze ausgelaugt sind als auf den mit Bäumen bestandenen Partien. Durchschnittlich ist die Bleicherde in diesen Teilen der Heide reicher an Kalk, Kali, Phosphorsäure und Magnesia. In gewissen Fällen sind die Unterschiede nicht unbedeutend. Die Rosterde dagegen ist reicher unter den Bäumen als draussen auf den kahlen Feldern. Vergleicht man die kahlen Felder und die bewachsenen Partien rücksichtlich der in der Bleich- und Rosterde zusammen vorhandenen Nährsalze, so zeigt sich ein kleiner Unterschied zu gunsten der bewachsenen Partien. Der Unterschied ist jedoch so unbedeutend, dass ihm kaum eine Bedeutung zukommen dürfte. In einer Tiefe von 45 cm zeigen die Analysen so gut wie dasselbe Resultat. Man hat demnach ein gewisses Recht, anzunehmen, dass der Boden innerhalb der verschiedenen Teile der Heide ursprünglich sehr gleichförmig gewesen ist, und dass die kleinen Unterschiede, die sich an der Oberfläche finden, durch die etwas verschiedene Verwitterung auf den freien, unbewachsenen Feldern und unter den Bäumen verursacht werden. Da die Form der Verwitterung, die hier vorkommt, nämlich Podsolierung, hauptsächlich durch die Humusdecke und die organischen Stoffe, die aus dieser durch das Regenwasser ausgelöst werden, geregelt oder verursacht wird, so ist es ja recht natürlich, wenn die Podsolierung ausgesprochener im Walde und unter den Bäumen als auf den kahlen Feldern ist. An den ersteren Stellen ist die Humusdecke mächtiger als an den letzteren. Bei einer anderen Gelegenheit dürfte ich Anlass erhalten, auf einige Fragen einzugehen, die mit diesen Beobachtungen in Zusammenhang stehen.

Die Analysen in Tab. 2 beziehen sich auf den Gesamtgehalt des Bodens an Kali, Kalk, Eisen, Tonerde, Phosphorsäure usw. Man hat hier eine Art Ausdruck für den potentiellen Vorrat des Bodens an Pflanzennährstoffen, die durch die Verwitterung allmählich löslich gemacht und damit den Pflanzen zugänglich werden. Stellt man in dieser Hinsicht einen Vergleich mit norddeutschen Sandbodenarten (Gesamtanalysen bei RAMANN 1886) an, so findet man eine grosse Überlegenheit bei den schwedischen Bodenproben. Der Gesamtvorrat des Bodens an Kali und Magnesia, ja, auch an Kalk ist weit grösser auf Fagerheden als in den Sandbodenarten Norddeutschlands. Ähnliche Erfahrungen macht man sehr oft bei einem Vergleich zwischen Analysen schwedischer Waldbodenarten einerseits und dänischen, deutschen, belgischen Sandbodenarten andererseits. Unser Waldboden ist mehr oder weniger direkt ein Zermalmungsprodukt unserer Urgesteine, die reich an für die Pflanzenernährung wertvollen Mineralien sind. Nur an Kalk herrscht ein relativer Mangel. Unser Waldboden hat demnach grosse Produktionsmöglichkeiten und muss praktisch genommen bis in unendliche Zeiten sein Produktionsvermögen ohne Düngung beibehalten können. Wenn wir jedoch auf unseren Böden nicht dieselben kräftigen, frohwüchsigen Bestände haben, wie sie auf den Sandböden Deutschlands erzielt werden können, so beruht dies zunächst darauf, dass die auf dem Mineralreichtum des Bodens beruhenden Produktionsmög-

lichkeiten weniger gut ausgenützt werden. Das rauhere, kältere Klima hält die Verwitterung zurück. Erst wenn dieser Prozess hinreichend rasch und in einer für die Pflanzenwelt günstigen Richtung verläuft, können die grossen Nährstoffvorräte von den Bäumen ausgenützt werden.

Die in Tab. 2 mitgeteilten Analysen sind noch in einer anderen Hinsicht von Interesse. Sie illustrieren ziemlich eingehend den Podsolierungsprozess selbst. Sie zeigen, wie die Bleicherde durch eine starke Auslaugung der obersten Bodenschichten entstanden ist. Eisenoxyd und Tonerde, Kalk, Kali und auch Phosphorsäure sind herausgelöst, später aber zu einem Teil in der Rosterde angehäuft worden, die verhältnismässig reich an Pflanzennährstoffen ist. Das feinste Material in der Bleicherde, Partikeln mit einem Höchstdurchmesser von  $0,02$  mm, sind abgeschlämmt und besonders analysiert worden. Die Analysen zeigen, dass kein wesentlicher Unterschied in chemischer Hinsicht zwischen diesem feinen, durch die Verwitterung der Bleicherde gebildeten Schlamm und dem darunterliegenden, ganz unverwitterten Sande besteht. Dies spricht zweifellos für TAMM's Auffassung (1915) betreffs des Verhältnisses der Podsolierung zu den verschiedenen Mineralien im Boden. Nach ihm werden bei der Podsolierung die meisten Mineralien gelöst, hauptsächlich jedoch die dunklen, in geringerem Grade dagegen die sauren Feldspate. Diese scheinen mehr an der Oberfläche selbst aufgelockert zu werden, während der Quarz überhaupt nicht beeinflusst wird.

#### KAP. IV. Die Beschaffenheit und die Eigenschaften der Humusdecke innerhalb verschiedener Teile einer Kiefernheide.

##### Mächtigkeit der Humusdecke. Stickstoffreichtum.

Die Vegetation einer sehr licht bestandenen Kiefernheide zeigt eine recht grosse Abwechslung. Auf den mehr offenen oder kahlen Partien besteht die Bodendecke hauptsächlich aus Heidekraut, gewöhnlich in mehr zerstreuten Exemplaren, sowie Flechten, unter den Bäumen kommen auch andere Zwergsträucher als Heide, nämlich Preisselbeere, Krähenbeere und ferner auch Heidelbeere, obwohl gewöhnlich in kleinen und schwächlichen Individuen, vor. Die Flechten werden bisweilen durch eine Nadeldecke, bisweilen durch Moose ersetzt, welche letztere gewöhnlich auf der Nordseite des Baumes dominieren, wo die Feuchtigkeit wohl etwas grösser ist als auf der Südseite. Die Bodendecke in den geschlosseneren Beständen ähnelt der, die man unter den mehr vereinzelt vorkommenden Bäumen antrifft.

In Zusammenhang mit den Variationen der Bodendecke stehen Verschiedenheiten in der Beschaffenheit und Mächtigkeit der Humusdecke. Auf den offenen, kahlen Partien der Heide ist sie dünn, bisweilen von einer mehr zähen, zusammenhaltenden Beschaffenheit, unter den freistehenden Bäumen und im Bestande ist sie sowohl mächtiger als auch von einer lockreren Struktur. Um einige mehr quantitative, bestimmte Masse zu erhalten, habe ich auf Flächen von genau einem Quadratmeter Grösse die Humusdecke zusammengekratzt und die so gesammelten Proben getrocknet und gewogen. Die erhaltenen Werte sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Aus den Zahlen geht mit wünschenswertester Deutlichkeit hervor, wie beträchtlich dünner die Humusdecke auf den mehr offenen Feldern ist als unter den einzelstehenden Bäumen oder in den mehr geschlossenen Beständen. Hierzu kommt, dass die Humusdecke viel mehr auf den kahlen Feldern als in den Beständen austrocknet (siehe HESSELMAN 1910).

In Zusammenhang mit der verschiedenen Humusmenge steht der verschiedene Stickstoffgehalt. Die nachstehenden Angaben sind geeignet, diese Sache zu beleuchten.

#### Stickstoffgehalt in verschiedenen Teilen einer Kiefernheide.

	Fagerheden		Östra Jörnsmarken	
	Stickstoff- gehalt des Humus %	Stickstoff- menge pro qm g	Stickstoff- gehalt des Humus %	Stickstoff- menge pro qm g
Bestand .....	1,0	70,8	1,8	58,0
Unter Kiefer mit Verjüngung .....	1,6	40,4	—	—
Unter aufwachsender Jungkiefer .....	1,1	26,4	—	—
Unter vermoderndem Baumzopf .....	—	—	1,4	27,7
Kahles Feld.....	1,7	26,4	2,0	26,6
			2,0	43,3

Die erhaltenen Werte zeigen eine recht gute innere Übereinstimmung. Die offenen Felder auf Fagerheden haben nahezu denselben Stickstoffgehalt wie auf Östra Jörnsmarken. Die eine Probe weist jedoch einen erstaunlich hohen Stickstoffgehalt auf, sie verhält sich auch in anderen Hinsichten etwas eigentümlich, weshalb man es möglicherweise mit einer mehr zufälligen Abweichung zu tun hat.

Die Bedeutung, die die Verschiedenheiten des Stickstoffgehalts für die Entwicklung des Waldes hat, beruht indessen nicht so sehr auf den absoluten Stickstoffbeträgen als vielmehr auf der Geschwindigkeit und der Art und Weise, wie dieser Stickstoff den höheren Pflanzen zugänglich werden kann. Diese Sache habe ich nach verschiedenen Methoden studiert, die der Hauptsache nach dasselbe Resultat ergeben haben.

#### Die Löslichkeit des Humusstickstoffs in Wasser.

In Tab. 4 wird über die Stickstoffmengen berichtet, die man mittelst destillierten Wassers aus den Humusproben herauslösen kann. Die Methode liefert keinen tieferen Einblick in die verschiedene chemische Natur der Humusarten, ebensowenig wie in die Beschaffenheit der Stoffe, die auf diese Weise herausgelöst werden, da sie aber trotz ihrer Mängel ein gewisses Licht auf die Unterschiede wirft, die zwischen den verschiedenen Humusformen auf

einer Kiefernheide bestehen, sei hier ein kurzer Bericht über die Resultate gegeben.

Bei der Untersuchung wurde in der Weise verfahren, dass, nachdem die Proben eingesammelt und gereinigt worden, eine bestimmte Menge (40 g) abgewogen und mit reinem, destilliertem Wasser zwei Tage lang extrahiert wurde. Die Extraktion wurde in einem grossen, mit einer Glasscheibe bedeckten Becherglase ausgeführt, wobei die Probe während der Extraktionszeit oft mit einem Glasstabe umgerührt wurde. Nach zwei Tagen wurde ein bestimmter Teil der Lösung abgehebert, worauf dieser Teil eingedampft wurde. Um etwa vorhandene Ammoniakverbindungen zu binden, wurde während des Verdampfens Schwefelsäure zugesetzt. Durch qualitative Proben hatte ich mich vorher davon überzeugt, dass Salpetersäure in den Proben nicht vorhanden war. Wenn die Lösung auf 10 ccm eingedampft war, wurde sie in einen KJELDALKOLBEN zur Stickstoffbestimmung auf gewöhnliche Weise übergeführt. Ein anderer Teil der Probe wurde abgewogen und in ein gewöhnliches Becherglas gebracht, worauf ich ihn in einem Holzschrank in meinem Arbeitszimmer mehrere Monate lang stehen liess, während welcher Zeit die Probe abwechselnd trocknete und wieder mit destilliertem Wasser angefeuchtet wurde. Während dieser Zeit erfuhren die Humusproben eine chemische Zersetzung oder Vermoderung. Darauf wurden sie auf die oben erwähnte Weise extrahiert, und der in Wasser lösliche Stickstoff wurde sodann bestimmt.

Tab. 4 berichtet über die Resultate. Sie zeigt, dass der Humus, der in den Beständen gebildet wird, einen in Wasser leichter löslichen Stickstoff enthält als der Humus, der auf den offenen, mehr kahlen Feldern vorhanden ist. Wenn die Proben während einer längeren Zeit dauernden Aufbewahrung in einem Becherglase weiter vermodert sind, nimmt gewöhnlich die Löslichkeit des Stickstoffs zu und zwar am meisten bei den Proben aus den Beständen. Der Stickstoff, den diese Proben enthalten, scheint demnach leichter mobilisierbar zu sein als der Stickstoff in dem Humus auf den offenen Feldern. In Tab. 5 nehmen die Proben, die unter den mehr freistehenden Bäumen auf den offenen Kiefernheidepartien eingesammelt worden sind, eine mehr unsichere Zwischenstellung ein.

Grössere und bestimmtere Unterschiede treten indessen in den Versuchen hervor, deren Resultate in Tab. 6 wiedergegeben sind.

Die Proben bei diesen Versuchen haben von Ende November 1909 bis Anfang März 1911 in Becherglas gestanden und dort einen Vermoderungsprozess durchgemacht. Sie wurden auf dem Versuchsfeld auf Fagerheden eingesammelt und teils in einem geschlossenen Bestande neben dem Flusse Rokån (siehe des näheren HESSELMAN 1910, S. 44), teils unter einer freistehenden Kiefer mit reichlicher Verjüngung und schliesslich auf einem offenen Felde mit kleinen, schwachwüchsigen Kiefernpflanzen entnommen. In diesem Falle wurde nicht die Löslichkeit des Stickstoffs unmittelbar nach dem Einsammeln bestimmt, aber nach der langen Vermoderungszeit von  $1\frac{1}{4}$  Jahren ist der Unterschied zwischen den verschiedenen Bodenproben höchst beträchtlich. Die Bodenprobe aus dem Bestande enthält Stickstoffverbindungen, die in weit grösserer Menge in Lösung gehen als bei der Probe von dem offenen Felde her. In der ersteren Probe gehen 36,4 % des Stickstoffs in Lösung, in der letzteren nur 5,3 %. Eine Zwischenstellung nimmt die Humusprobe ein, die unter freistehender Kiefer mit Verjüngung eingesammelt wurde. Mit

ihren 30,9 % kommt sie indessen der Humusprobe aus dem Bestande sehr nahe. Die Tabelle enthält jedoch noch einige andere Untersuchungen. Einige der Proben sind, bevor sie zur Vermoderung gebracht wurden, auf 90° bzw. 130° erhitzt worden. Es zeigt sich, dass diese Proben zu Ende der Vermoderungszeit weit geringere Menge wasserlöslichen Stickstoffs enthalten als die nicht erhitzten.

Obwohl die Versuche, über die ich hier kurz berichtet, wie gesagt, keinen tieferen Einblick in die chemische Beschaffenheit der verschiedenen Humusformen auf unseren Kiefernheiden gewähren, zeugen sie doch davon, dass wichtige Unterschiede vorhanden sind. Diese treten noch deutlicher durch die Versuche hervor, über die ich im nachstehenden berichten werde.

### Die Nitrifizierbarkeit des Humusstickstoffs.

Die Kiefernheiden gehören zu den Waldtypen, bei denen der Humusstickstoff unter normalen Umständen nicht nitrifiziert wird. Zahlreiche Bodenproben aus den verschiedenen Partien unserer sich schwer verjüngenden Kiefernheiden sind rücksichtlich ihres Nitrifikationsvermögens untersucht worden.

Sämtliche Versuche haben rein negative Ergebnisse gehabt. Die Bodenproben vermögen keine Nitrifikation in Lösung hervorzurufen, auch bilden sie nicht bei Lagerung Nitrate (siehe Tab. 10 und Tab. 11, Nr. 1—5). Sie zeigen bei länger dauernder Lagerung nicht einmal eine so schwache Salpeterbildung, wie man sie bei den Rohhumusproben aus unseren moosreichen Fichtenwäldern und Nadelmischwäldern beobachtet (siehe HESSELMAN 1917 a).

Man braucht sich jedoch nicht viel in unseren Wäldern umzusehen, um zu finden, dass der Humusstickstoff auch in unseren Kiefernheiden unter gewissen Umständen nitrifizierbar ist. In einer vorhergehenden Abhandlung (HESSELMAN 1917 a) habe ich über die Nitrifikation berichtet, die der Humusstickstoff erfährt, wenn die Humusdecke mit dem darunterliegenden Kies gemischt wird. Lehrreiche Beobachtungen können in diesem Falle in Kiesgruben gemacht werden. Auch wenn der Boden mit einer ordinären, mageren, aber geschlossenen Kiefernheide bewachsen ist, treten in den Kiesgruben die gewöhnlichen nitratophilen Pflanzen auf. In einer derartigen Kiesgrube in der Nähe von Nystrand, Kirchspiel Älvsby, Norrbotten, beobachtete ich so im letztvergangenen Sommer *Epilobium angustifolium*, *Achillea millefolium* und *Rumex acetosella*. Sämtliche drei Arten erwiesen sich als stark nitrathaltig (30. VIII. 1916). Diese und andere Beobachtungen zeugen davon, dass, obwohl der Humusstickstoff unter normalen Verhältnissen in unseren Kiefernheiden nicht nitrifiziert wird, er doch durch das Mischen der Humusdecke mit Mineralerde in nitrifizierbaren Zustand gebracht werden kann.

Gleichwie die verschiedenen Humusformen auf einer mehr offenen Kiefernheide grosse Unterschiede bezüglich der Löslichkeit des Stickstoffs in reinem Wasser aufweisen, zeigen sie auch wesentliche Unterschiede hinsichtlich der Möglichkeiten, ihn in Salpetersäure überzuführen.

In einer vorhergehenden Abhandlung (HESSELMAN 1917 b, S. 991) habe ich die Versuche erwähnt, die Oberforstmeister ANDERS HOLMGREN mit Bodenproben von

verschiedenen Teilen der Kiefernheiden im Walde des Bispgårdsländ anstellte.<sup>1</sup> Bodenproben wurden teils unter den mehr vereinzelt stehenden Kiefern, teils auch von den mehr offenen, kahlen Feldern eingesammelt. Die Bodenproben wurden in Kästen gelegt, die fast bis zum oberen Rande in Sand eingegraben wurden, worauf Kiefernnsamen in die Kästen ausgesät wurden. Die Kiefern-pflanzen entwickelten sich am besten in dem Boden, der unter den Bäumen eingesammelt worden war; sie kamen auch in dem Boden, der auf den offenen Feldern eingesammelt worden war, zur Entwicklung, blieben dort aber niedriger; die Nadeln wurden kürzer und erhielten eine mehr blassgrüne Farbe (siehe HESSELMAN 1917 b). Die Bodenproben wurden beim Einsammeln recht sehr mit Sand gemischt, der Humusgehalt in den Versuchskästen beträgt höchstens etwas über 21 %. Diese Sandbeimischung sowie die Auflockerung, die die Bodenproben durchgemacht, haben recht grosse Veränderungen in der Beschaffenheit des Humus verursacht. Der Humus in den Versuchskästen hat eine lockrere und losere Struktur als die Humusdecke auf den Kiefernheiden. Aber die Veränderungen sind auch von chemischer Beschaffenheit. In den Kästen mit dem unter den Kiefern auf der Heide entnommenen Boden erschienen einige Unkräuter (siehe HESSELMAN 1917 b, S. 992), von denen wenigstens eines kräftige Nitratreaktion gab, in dem anderen Kasten fanden sich keine ähnlichen Pflanzen. Diese Verschiedenheiten in der Unkrautvegetation der Kästen hängen mit wichtigen Verschiedenheiten des Stickstoffumsatzes zusammen. Der unter den Bäumen entnommene Boden bildet dank den Veränderungen, die er in den Kästen durchgemacht hat, reichlich Salpeter, der auf den offenen Feldern entnommene Boden bildet, trotzdem er auf dieselbe Weise behandelt worden, nur minimale Mengen Salpeter (Tab. 7).

Einige von den Kästen wurden mit Rosterde gefüllt, also mit einer an mineralischen Pflanzennährstoffen reichen Bodenart, die Pflanzen in diesen Kästen blieben jedoch sehr schwach. Die Rosterde ist indessen arm an Stickstoff, und eine Nitrifikation kommt auch bei Lagerung nicht vor (siehe Tab. 7).

Die hier referierten Untersuchungen zeigen demnach, dass eine Nitrifikation in der Humusdecke der Kiefernheiden unter normalen Verhältnissen nicht vorkommt. Bei der Erfahrung, die wir bezüglich des Stickstoffumsatzes in unseren Waldböden gewonnen haben, war dies ja auch nicht zu erwarten. Auf verschiedenen Teilen einer Kiefernheide hat indessen die Humusdecke eine wechselnde Beschaffenheit. Die Humusdecke auf den offenen Feldern hat einen in Wasser schwerer löslichen Stickstoff als die Humusdecke in den Beständen. Zwischen den verschiedenen Humusformen auf der Kiefernheide besteht jedoch ein weiterer, sehr wichtiger Unterschied. Bei Mischung mit Sand können die Humusformen nitrifiziert werden, die sich unter den Bäumen bilden, während bei den Humusformen, die sich draussen auf den offenen Feldern bilden, bei einer solchen Behandlung nur eine äusserst schwache Nitrifikation eintritt.

---

<sup>1</sup> HOLMGREN'S Versuche wurden in den Frühlungen 1910—1911 begonnen, Bodenproben zu Analysen (siehe Tab. 7) wurden den Kästen mit Versuchskulturen im Frühling 1916 entnommen. Sie hatten somit in den Kästen sechs, bzw. fünf Jahre gelegen.



## KAP. V. Versuchskulturen auf Kiefernheiden.

### Die Versuchskulturen bei Fagerheden.

Für die Versuchskulturen wurde eine ziemlich offene Partie der Heiden bei Fagerheden ausgewählt (siehe Fig. 1 in der Abhandlung 1910). Auf einem Gebiete von 0,6 ha (100 m  $\times$  60 m) wurden die wenigen vorhandenen Bäume abgeholzt, wobei sie so dicht am Boden wie möglich abgesägt wurden. Alle grösseren, kräftiger wachsenden Kiefernpflanzen wurden herausgerissen. Einige auf dem Boden liegende umgefallene Baumstämme, die sich etwas über die Flechten- und Heidekrautdecke erhoben, wurden weggetragen. Hierdurch wurden die Entwicklungsbedingungen rücksichtlich des Lichtes für die Kiefernpflanzen über das ganze Feld hin so gleichförmig wie möglich gestaltet. Das Feld ist sehr eben, der grösste Höhenunterschied ist in der Richtung SW—NO vorhanden und beträgt nicht mehr als ca. 80 cm. Das Kulturfeld hat seine Längsrichtung von Norden nach Süden und ist so viel wie möglich der Austrocknung ausgesetzt, die eine kräftige Bestrahlung mit sich bringen kann.

Der Vegetation nach zu urteilen, ist das Versuchsfeld auf einer so sterilen Heide wie nur gut möglich angelegt worden.

Auf dem Felde wurden Saatgruben im Verbande 1,5  $\times$  1,5 m ausgehoben, die Gruben wurden ca. einen halben Meter lang und einen Dezimeter breit gemacht. In jeder Grube wurde die Erde sehr gut bis zu einer Tiefe von mindestens 30 cm umgerührt. Zum Füllen der Saatgruben wurde ein wohlvermoderter, mit Sphagnumtorf gemischter Seggenmoortorf aus einem nahebelegenen Torfmoor verwendet. Der Torf, der einen Stickstoffgehalt von 2,4 % hatte, wurde gut zerhackt und in verschiedener Menge und auf verschiedene Weise dem Boden beigemischt. Das Feld wurde in verschiedene Parzellen eingeteilt, jede Parzelle bestand aus fünf Reihen von je 41 Gruben, und sämtliche Gruben innerhalb jeder einzelnen Parzelle wurden auf dieselbe Weise behandelt. In gewissen Parzellen wurde dem Torf Sand beigemischt, in anderen wurde Sand auf den Boden der Saatgrube geschüttet, wieder in anderen wurde er dicht an der einen oder an beiden Schmalseiten der Grube placiert. Auf diese Weise wurde sowohl die geeignetste Weise der Torfbeimischung als auch die zweckmässigst anzuwendende Torfmenge geprüft.

Die zahlreichen, kleinen, unwüchsigen Kiefernpflanzen, die bei der Anlegung der Kultur auf der Heide vorhanden waren, waren im Sommer 1913 in ziemlich schönes Wachstum gekommen. Da man befürchten konnte, dass diese Pflanzen die übrigen Versuche stören würden, wurden sie sehr sorgfältig ausgerodet. Die Ursache ihres stark vermehrten Wachstums kann in mehreren Umständen gesucht werden, wie in dem grösseren Lichtzutritt, in der Aufhebung der Wurzelkonkurrenz seitens der grösseren Bäume oder in der Torfzufuhr. Um zu untersuchen, welchen Einfluss allein ein Kahlhauen auf die Entwicklung der unwüchsigen Pflanzen haben kann, wurde neben dem Versuchsfeld ein weiterer Versuch angelegt. Sämtliche Bäume wurden innerhalb einer Fläche von 0,3 ha abgetrieben, umgestürzte Baumstämme u. dgl. weggebracht, nur kleine, unwüchsige Kiefernpflanzen von demselben Aussehen wie die in Fig. 2 und 3 meiner früheren Abhandlung wurden zurückgelassen. Dieses Kahlfeld wurde mit einem einfachen Zaun umgeben, besondere Mass-

nahmen im übrigen wurden nicht getroffen. Während der drei Jahre, die seit der Anlegung dieses Feldes verflossen sind, hat sich an den kleinen Kiefern-pflanzen keine merkbare Veränderung gezeigt (siehe im übrigen Fig. 9). Auf dem weiter unten geschilderten Versuchsfeld in der Staatsforst Östra Jörnsmarken wurden dagegen die unwüchsigen Kiefern-pflanzen stehen gelassen, ich komme daher auf die Entwicklungsmöglichkeiten derselben noch im folgenden zu sprechen.

In der Forstliteratur wird nicht selten von der Bedeutung der Wurzelkonkurrenz gesprochen, und man hat auch die Ansicht äussern hören, dass die langsame Entwicklung der Kiefern-pflanzen auf den Kiefernheiden durch die Konkurrenz seitens der weitverzweigten Wurzeln der älteren Kiefern verursacht würde. Um diese Frage zu untersuchen, wurde ein kleineres, nur mit kleineren Kiefern-pflanzen bestandenes Gebiet mit einem etwas mehr als fusstiefen Graben umgeben. Hierdurch wurden alle Kiefern-wurzeln abgeschnitten, die die umgebenden Bäume auf das Feld hin aussandten. Nach Verlauf von drei Jahren hat noch kein Resultat von dieser Massnahme wahrgenommen werden können (Fig. 10).

Im Laufe der Jahre zeigten sich gewisse Verschiedenheiten in der Entwicklung der Kiefern-pflanzen unseres Hauptversuchs. In manchen Saatgruben entwickelten sich die Kiefern-pflanzen sehr gut, die Jahrestriebe waren gross und kräftig, die Nadeln lang und dunkelgrün. In Anbetracht des Umstandes, dass sie auf einer mageren Heide in einer so nördlichen Lage wie bei Fagerheden im südlichen Norrbotten, 200 m ü. d. M., aufgezogen wurden, muss man diese Kiefern-pflanzen als ganz unerwartet schön und stattlich ansehen. Bei meinen Untersuchungen sind diese Kiefern-pflanzen als A-Pflanzen bezeichnet worden. Ihr Aussehen im Spätsommer 1914, also in einem Alter von fünf Jahren, geht aus den Abbildungen Fig. 11 und 12 hervor. Andere Kiefern-pflanzen entwickelten sich ziemlich gut, zeigten aber nicht dasselbe Aussehen und das gleiche stattliche Wachstum wie die A-Pflanzen; sie sind in meinen Aufzeichnungen als B-Pflanzen bezeichnet; ihr Aussehen im Alter von fünf Jahren wird durch die Abbildungen in Fig. 13 veranschaulicht. Schliesslich gab es eine ziemlich grosse Menge Saatgruben, in denen die Kiefern-pflanzen eine recht miserable Entwicklung aufwiesen; diese Kiefern-pflanzen sind als C-Pflanzen bezeichnet worden. Ihr Aussehen geht aus den Abbildungen in Fig. 14 hervor.

Eine Prüfung des Versuchsfeldes zeigt, dass die A-Pflanzen auf ganz bestimmten Teilen der Heide vorkommen, nämlich neben und in der Nähe von auf dem Felde liegenden, vermodernden alten Baumstämmen sowie in der Nähe der Stöcke der abgetriebenen Bäume. Zwei Saatgruben mit A-Pflanzen kommen auch auf einem nackten Fleck auf der Heide vor. Die A-Pflanzen kommen demnach auf denjenigen Teilen der Heide vor, wo man, wenn die Heide noch nicht kahl abgeholzt werden ist, solche Kiefern oder Gruppen von Kiefern anzutreffen pflegt, die allmählich aufwachsen (siehe ferner Fig. 15). Da aber die älteren Bäume unter Zurücklassung so niedriger Stöcke wie möglich abgetrieben und die umgestürzten Baumstämmen, die sich einigermassen über den Boden erhoben, weggebracht worden sind, so kann von irgendwelchem Schutz für die Pflanzen auf diesen Stellen nicht die Rede sein. Die Ursache für die Verteilung der A-Pflanzen innerhalb des Versuchsfeldes muss somit in der Beschaffenheit des Bodens liegen. Es gilt nun zu entscheiden, worin der Boden neben den Stöcken und den vermodernden Baumstämmen

sich von dem sonstigen Boden innerhalb des Feldes unterscheidet. Ich habe diese Frage teils durch bakteriologische Untersuchungen, teils auch durch direkte chemische Analysen klarzustellen versucht.

Direkte bakteriologische Untersuchungen liefern indessen keine sonderlich ausgiebige Antwort auf die Frage, weshalb A-Pflanzen sich auf gewissen Plätzen entwickeln. Bodenproben von der Parzelle, wo die Saatgruben mit der von der Heide zusammengescharzten Humusdecke gedüngt worden sind, zeigen in einer Peptonlösung ein sehr geringes Ammoniakabspaltungsvermögen (siehe Tab. 9, Proben 15—20). Die Proben stammen aus zwei Saatgruben mit A-Pflanzen, zwei mit B-Pflanzen und zwei mit C-Pflanzen her. Der Unterschied zwischen den Bodenproben aus diesen Gruben ist sehr unbedeutend, im Durchschnitt zeigen die Gruben mit B-Pflanzen den höchsten Wert, danach kommen die mit A-Pflanzen und zuletzt die mit C-Pflanzen. Die Unterschiede sind jedoch so unbedeutend, dass ihnen keine Bedeutung beizumessen ist. Sie liegen sicherlich weit innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Versuchsfehler. Die Bodenproben aus den Saatgruben in Parzelle 2 zeigen ein ziemlich hohes Ammoniakabspaltungsvermögen, die Gruben in dieser Parzelle wurden auch mit sechs Liter gehacktem Torf gedüngt. Die Saatgrube mit C-Pflanzen zeigt indessen ein grösseres Ammoniakabspaltungsvermögen als die mit A-Pflanzen. In dem Ammoniakabspaltungsvermögen der Bodenproben kann man demnach in diesem Falle nicht den Anlass zu der verschiedenartigen Entwicklung der Pflanzen sehen. Sämtliche Bodenproben ermangeln des Vermögens, BUHLERT-FICKENEY'S Lösung zu nitrifizieren, eine Salpeterbildung ist nicht zu beobachten, ob man nun die Lösung mit Bodenproben aus Saatgruben mit guten oder mit schlechten Pflanzen infiziert (Tab. 10).

Untersucht man jedoch das Vermögen der Bodenproben, bei Lagerung Salpeter zu bilden, so kommt man ohne Zweifel der wirklichen Erklärung näher. Im Sommer 1915 wurden drei Bodenproben von dem Boden neben den vermodernden umgestürzten Baumstämmen auf dem Versuchsfelde genommen. Zwei von den Proben hatten zu Ende der Lagerungszeit (acht Wochen) einen nicht unbedeutenden Gehalt an Salpeterstickstoff, nämlich 4,0 und 1,2 mg pro kg Boden (Tab. 12, Nr. 25 und 26). Der erste ist ein Wert, den man bisweilen auch bei solchem Boden findet, auf dem die Pflanzen schwach nitrat-haltig sind (siehe Tab. 7, Nr. 47 bei HESSELMAN 1917 a). Die dritte Probe zeigt eine unbedeutende Salpeterbildung, die innerhalb der Versuchsfehler liegt. Diese Versuche ermutigten zu weiteren Studien im Sommer 1916. Bodenproben zur Lagerung wurden nun aus sechs Saatgruben mit A-Pflanzen, fünf mit B-Pflanzen und sieben mit C-Pflanzen genommen. In jeder Gruppe waren verschiedene Parzellen vertreten. Von den sechs Proben aus Saatgruben mit A-Pflanzen lieferten fünf positives Resultat (siehe Tab. 12, Nr. 7—11). In vier von den Proben werden bei Lagerung beträchtliche und in zwei von diesen bedeutende Mengen Salpeterstickstoff gebildet, in der fünften ist der Gehalt an Salpeterstickstoff unbedeutend und liegt innerhalb der Versuchsfehler. Von den Proben aus Saatgruben mit B-Pflanzen liefert eine Probe ein unsicheres Resultat, die übrigen ein rein negatives (siehe Tab. 12, Nr. 14—16). Eine von den Proben hatte jedoch anfangs einen unsicheren Nitratgehalt, der während des Lagerns verschwand. Die sieben Proben aus Saatgruben mit C-Pflanzen liefern sämtliche ein

rein negatives Resultat, eine von ihnen hatte zu Beginn des Versuchs einen unsicheren Salpetergehalt, der im Laufe der Lagerung vollständig verschwand (siehe Tab. 12, Nr. 17—23).

Die Versuche weisen also in die Richtung, dass das Auftreten der A-Pflanzen durch eine Nitrifikation in der Saatgrube bedingt zu sein oder begünstigt zu werden scheint. Eines der Resultate ist allerdings rein negativ, eines mehr unsicher. Diesen stehen aber vier, streng positive Resultate gegenüber.

Die Bedeutung der Nitrifikation des Humusstickstoffs für die Entwicklung der Kiefernheidepflanzen geht des weiteren aus einigen Beobachtungen auf einem Kahlschlag bei der Eisenbahnstation Jörn hervor.

#### Kahlschlag in der Nähe der Eisenbahnstation Jörn.

Bei der Anlegung der Eisenbahnstation Jörn an der nördlichen Hauptlinie wurde ein Gebiet neben der Station zur Bebauung ausersehen. Bevor die Baustellen dem Bebauer übergeben wurden, wurde der Wald vollständig abgetrieben. Der Wald besteht aus einer ausgeprägten, ziemlich undicht bestandenen und mageren Kiefernheide, unter den Bäumen finden sich in reichlicher Anzahl kleine, unwüchsige Kiefernpflanzen. Nach dem Abholzen begannen diese allmählich besser zu wachsen, und auf den älteren, kahl abgeholzten Baustellen hat man nun einen recht schönen Jungwald, dadurch entstanden, dass die in dem abgetriebenen Bestände vorhandenen, stark unterdrückten Pflanzen sich kräftiger entwickelt haben. Untersucht man diese Pflanzen näher, so findet man, dass sie von zweierlei Art sind, nämlich teils langsamer wachsende Pflanzen mit kurzen, blassgrünen Nadeln, teils rascher wachsende mit kräftigeren, dunkelgrünen Nadeln. Die blassgrünen Pflanzen wachsen auf den Partien der Kahlschläge, wo die Bodendecke ungestört geblieben ist, die dunkelgrünen dagegen auf den Teilen, wo durch das Treten von Menschen und Vieh die oberflächliche Humusdecke nebst Baumzweigen usw. zerbröckelt und etwas mit der Mineralerde gemischt worden ist. Auf den stark zertretenen Partien trifft man mehr vereinzelt Pflanzen wie *Poa pratensis*, *Agrostis vulgaris* und *Rumex acetosella* an. Bei Untersuchung (i. IX. 1916) gaben sämtliche deutliche Nitratreaktion mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure. Durch das Treten ist demnach eine Nitrifikation im Boden hervorgerufen worden. Dies wird weiter durch Lagerungsproben bestätigt. Bodenproben wurden teils von so gut wie ungetretenen Partien mit unverletzter Bodendecke, teils auch von stärker zertretenen eingesammelt. Die ersteren bilden bei Lagerung keine Spur von Salpetersäure, die letzteren dagegen solche in sicher bestimmbarer Mengen. Bei der einen Probe, die auf einem getretenen Gebiet ohne nitratophile Pflanzenformen eingesammelt worden war, wurde bei Lagerung während vierzehn Wochen (siehe Tab. 13, Nr. 29) 1,4 mg Salpeterstickstoff pro kg Boden gebildet. Bei der anderen Probe, die neben einem Fusspfade und in der Nähe einiger recht üppig wachsenden Exemplare von *Rumex acetosella* entnommen worden war, wurde während derselben Zeit die sehr beträchtliche Menge von 200 mg Salpeterstickstoff pro kg Boden gebildet. Diese Probe hatte bereits zu Beginn des Versuchs einen Gehalt von 4,8 mg Salpeterstickstoff pro kg Boden. Die lebhaftere Nitratbildung in dieser Probe lässt vermuten, dass man hier eine andere Stickstoffquelle als nur die zerbröckelte Humus-

decke hat, z. B. Harn oder Exkremente von passierenden Tieren oder Menschen. Diese Sache ist ja aber von einer mehr untergeordneten Bedeutung. Zu betonen ist jedenfalls, dass die schönen, dunkelgrünen, kräftiger wachsenden Kiefernpflanzen sich auf den Partien des kahl abgetriebenen Gebietes finden, wo eine Nitrifikation im Boden beobachtet werden kann.

#### Die Versuchskulturen in der Staatsforst Östra Jörnsmarken.

Diese Versuchskulturen wurden auf einem alten Kahlschlage in der obenerwähnten Staatsforst Östra Jörnsmarken angelegt. Das Prinzip bei der Anlegung der Versuchskulturen war dasselbe wie auf Fagerheden. Die Versuche bezweckten, teils zu untersuchen, welche Torfmengen erforderlich sind, um die Kiefernpflanzen ins Wachsen zu bringen, teils auch die zweckmässigste Weise des Anbringens des Torfes in den Saatgruben festzustellen. In diesem Falle wurde ein etwas besser vermoderter Torf, reich an Holzresten, Zwergbirkenzweigen u. dgl., angewandt; der Stickstoffgehalt betrug 2,6 %. Vor dem Einmischen in die Saatgruben wurde der Torf sehr sorgfältig durchgehackt und durcheinander gemischt. Das Versuchsfeld hat ein Areal von 143 m × 70 m, liegt der Sonne frei ausgesetzt und ist ziemlich eben, jedoch nicht völlig so eben wie das Versuchsfeld auf Fagerheden.

Die günstige Wirkung der Torfbeimischung tritt hier ziemlich deutlich hervor. Vermodernde Baumstämme, Stöcke usw. kommen weniger auf diesem Felde als auf Fagerheden vor, weshalb die Einwirkung der Torfbeimischung auf die Pflanzen sich klarer kundgeben kann. Je mehr Torf der Saatplatte zugeführt worden ist, um so günstiger ist das Resultat. Die Parzelle 6, die keinen Torf erhalten hat, weist ein schlechtes Resultat auf, die Parzellen 7 und 8, auf denen die Platten nur ganz oberflächlich gehackt worden sind, zeigen gleichfalls ein sehr schlechtes Resultat, obwohl Torf mit dem Spaten neben die Saatplatten hineingesteckt worden ist. Die Parzellen 9 und 10, die keinen Torf erhalten haben, die aber im Sommer 1912 mit Ceres-Knochenmehl, 5—10 g auf jede Saatplatte, gedüngt wurden, haben ebenso ein schlechtes Resultat ergeben. Sorgfältige Bearbeitung der Gruben im Verein mit Zufuhr von wohlvermodertem, stickstoffreichem Torf als Füllerde kann dagegen zu einem ziemlich guten Ergebnis führen. Das Resultat ist, wie erwähnt, um so besser, je mehr Torf beigemischt worden ist. Es ist indessen nicht völlig klar ersichtlich, ob es besser ist, den Torf mit dem Sande zu mischen oder ihn in den Boden neben der Saatplatte hineinzustecken.

Auf diesem Versuchsfelde wurden die kleinen, dem Aussehen nach unwüchsigen Kiefernpflanzen stehen gelassen (vgl. Fig. 2 und 3 bei HESSELMAN 1910). Es zeigte sich bald, dass diese sich ungeheuer viel rascher als zuvor entwickelten, die Jahrestriebe wurden länger und kräftiger, die Nadeln länger, breiter und dunkler an Farbe. Eine ähnliche Veränderung machten die Birkenpflanzen durch, die sich auf dem Felde fanden. Die Birken, meistens *Betula verrucosa*, begannen weit kräftiger als vorher zu treiben. Mehrere von den Exemplaren entwickelten lange, schöne Jahrestriebe und weisen gegenwärtig ein vielversprechendes Aussehen auf. Bei einem Vergleich zwischen den Kiefernpflanzen innerhalb und ausserhalb des Versuchsfeldes zeigte es sich, dass die ersteren während des Jahres 1916 eine durchschnittliche Na-

dellänge von 54,3 mm, die letzteren dagegen eine Länge von nur 30,1 mm hatten. Da die Kiefern in den beiden Vergleichsgruppen dasselbe Licht genossen haben, so muss die Ursache ihres verschiedenen Aussehens in der Behandlung gesucht werden, die das Versuchsfeld erfahren hat. Es zeigte sich auch bei einer von cand. phil. CARL MALMSTRÖM vorgenommenen näheren Untersuchung, dass die Kiefernpflanzen innerhalb des Versuchsfeldes, die kräftige Jahrestriebe mit dunkelgrünen Nadeln hatten, reichlich verzweigte Wurzeln in die mit Torf gefüllten Saatgruben hineingesandt hatten, während die Kiefernpflanzen, die keine Wurzeln in den Saatgruben hatten, sich nicht von den Kiefern ausserhalb des Versuchsfeldes unterschieden. Die Ursache des stark vermehrten Wachstums der zuvor schwachwüchsigen Kiefern muss somit in der Torfzufuhr zu dem Versuchsfelde gesucht werden. Ich habe noch nicht näher untersucht, ob der Torf durch Mischung mit Sand zur Nitrifikation gebracht worden ist, es liegt indessen Anlass vor zu glauben, dass dies der Fall ist. Auf von der Anlegung des Feldes 1911 zurückgelassenen Torfhaufen kommt *Rumex acetosella* vor, sie ist deutlich nitrathaltig. Der angewandte Torf ist somit nitrifizierbar, und es ist daher wahrscheinlich, dass er auch nitrifiziert wird, wenn er in die Saatgruben eingemischt wird.

#### KAP. VI. Die Ursache der langsamen und eigentümlichen Verjüngung der Kiefernheiden.

Was hier betreffs der Ursachen der langsamen und eigentümlichen Verjüngung der Kiefernheiden angeführt worden ist, lässt sich zweckmässigerweise folgendermassen zusammenfassen.

Die offenen, kahlen Partien in einer allmählich lichtgestellten Kiefernheide hat eine hauptsächlich von Flechten erzeugte Humusdecke. In dieser geht die Zersetzung der organischen Stickstoffverbindungen äusserst langsam vor sich. Eine Nitrifikation kommt nicht vor, der Humusstickstoff ist nicht oder nur mit Schwierigkeit nitrifizierbar.

Unter alten Baumzöpfen, längs vermodernden umgestürzten Baumstämmen und unter freistehenden Bäumen mit grossen Kronen hat die Humusdecke eine etwas günstigere Beschaffenheit. Der Humusstickstoff wird jedoch unter normalen Verhältnissen nicht nitrifiziert, ist aber nitrifizierbar.

Auf den offenen Feldern in der Kiefernheide haben die Kiefernpflanzen gute Entwicklungsbedingungen hinsichtlich des Lichtes, schlechte dagegen hinsichtlich der Stickstoffzufuhr.

Unter alten Baumzöpfen, in der Nähe freistehender älterer Bäume und unter denselben haben die Kiefernpflanzen etwas bessere Bedingungen bezüglich der Stickstoffzufuhr. Der Humusstickstoff wird jedoch nicht nitrifiziert.

Auf den offenen Feldern gehen die schwachen Kiefernpflanzen in grosser Ausdehnung unter durch Angriff von Insekten und Schmarotzerpilzen. Unter den Baumzöpfen und den älteren Bäumen wer-

den sie vor den Kalamitäten geschützt, die wahrscheinlich die Angriffe von Insekten und Schmarotzerpilzen begünstigen.

Infolge hiervon entstehen um Baumzöpfe, umgestürzte Baumstämme herum und unter freistehenden Bäumen kleine Gruppen von Jungkiefern.

Bei guten Lichtverhältnissen und bei Vorhandensein eines leicht aufnehmbaren Stickstoffs entwickeln sich die Kiefernpflanzen gut auf einer Kiefernheide. Auf einer ganz kahlen Kiefernheide entwickeln sich die Kiefernpflanzen in einer Kultur am besten neben wohlvermoderten Baumzöpfen sowie in der Nähe der Stöcke. Eine Durchmischung von Humusdecke und Mineralerde kann nämlich auf diesen Stellen Salpeterbildung im Boden hervorrufen. Eine Zufuhr von wohlvermodertem, stickstoffreichem Torf kann in hohem Grade die rasche Entwicklung der kleinen, schwachwüchsigen Pflanzen fördern.

#### KAP. VII. Die Behandlung der Kiefernheiden auf Grund der gewonnenen Erfahrungen.

Die Schwierigkeit bei der Verjüngung der Kiefernheiden liegt darin, den Pflanzen eine zureichende und geeignete Stickstoffzufuhr zu verschaffen, gleichzeitig damit, dass für einen guten und reichlichen Lichtzutritt gesorgt werden soll. Der Mangel in der ersteren Hinsicht ist, soweit ich das Kiefernheideproblem habe deuten können, die Hauptursache für die schlechte Entwicklung der Pflanzen auf den offenen Partien der Kiefernheiden. In dieser Hinsicht machen sich verschiedene Abstufungen bei verschiedenen Kiefernheiden bemerkbar, beruhend auf ihrer vorhergehenden Behandlung, der Bodenart usw. Wenn man in einem einigermaßen wohlgeschlossenen Kiefernbestande plötzlich eine ordentliche Verjüngungsfläche eröffnet, ist hier, allem nach zu urteilen, der Stickstoffvorrat weit besser als auf den seit lange offenen Feldern. Unter solchen Verhältnissen ist nämlich eine günstiger beschaffene Humusdecke vorhanden. Die Verjüngung kann dann ziemlich leicht vor sich gehen. Ein schönes Beispiel hierfür bietet ein Kahlschlag vor der Kapelle in Långträsk im südlichen Norrbotten. Trotzdem die Kiefernheiden in der Gegend sich langsam verjüngen, hat sich doch hier die Verjüngung ziemlich gut vollzogen.

Gilt es in der Praxis für die Verjüngung der Kiefernheiden zu sorgen, so scheint mir das wichtigste zu sein, das wahrzunehmen, was bereits an jungen Pflanzen vorhanden ist. In fast allen Kiefernheiden, auch den nördlicheren, z. B. in der Gegend von Gellivara, findet sich ein ungeheurer Reichtum an kleinen, dem Aussehen nach ganz unwüchsigen Pflanzen, die infolge widriger Umstände der überwiegenden Anzahl nach eingehen, bevor sie noch irgendwie zur Entwicklung gekommen sind. Sie besitzen indessen eine erstaunliche Lebenskraft. Werden die Verhältnisse günstiger, so entwickeln sie sich zu kräftigen, guten Pflanzen. Es gilt daher, ihre Entwicklung zu fördern. Hierzu gehört, dass man für einen reichlichen Lichtzutritt und für vermehrte Stickstoffzufuhr sorgt. Ersteres ist leicht dadurch zu erreichen, dass man ordentliche Verjüngungshiebe vornimmt, das andere ist nicht schwieriger, aber weit kostspieliger. Ein fast stets zur Verfügung stehendes Mittel

ist Torfzufuhr. Auf dem Versuchsfeld von Östra Jörnsmarken sehen gegenwärtig die Jungkiefern, die sich aus den unterdrückten Pflanzen entwickelt haben, sehr schön und vielversprechend aus. Ein sehr gutes Resultat zeigt so beispielsweise die Parzelle Nr. 2. Dort hat jede Saatgrube fünf Liter Torf mit einem Stickstoffgehalt von 2,6 % erhalten. Die Saatplatten waren in einem Verbande von  $1,5 \times 1,5$  m pro ha angeordnet, also 4,444 Gruben. Dies ergibt für jeden Hektar etwa 22,5 cbm Torf. Die Kultur stellt sich demnach ziemlich teuer, doch ist es auch möglich, dass man sich mit kleineren Quantitäten begnügen kann. Das Versuchsfeld in der Staatsforst Ö. Jörnsmarken war nämlich auf einen alten Kahlschlag mit äusserst dünner Humusdecke verlegt. Die Beobachtungen an diesem Versuchsfeld müssen natürlich fortgesetzt werden, um die weitere Entwicklung der Pflanzen abzuwarten.

Aber noch ein anderes Mittel findet sich, um das Wachstum der unwüchsigen Pflanzen zu fördern. Ein Vermischen der Humusdecke mit der darunterliegenden Mineralerde hat ja in der Regel zur Folge, dass der Stickstoff in Salpetersäure übergeführt wird. Die Humusdecke der Kiefernheiden auf den mehr offenen Feldern ist in diesen Hinsichten ungünstig beschaffen, aber neben Stöcken, umgefallenen Baumstämmen, Baumzöpfen ist sie nitrifizierbar. Im Juli 1911 liess ich mit der Kartoffelhacke eine Parzelle des Versuchsfeldes auf Fagerheden bearbeiten. Durch das Hacken wurde, so gut es ging, die Humusdecke mit der darunterliegenden Mineralerde vermischt. Einigen unwüchsigen Kiefernpflanzen wurde bei dieser Behandlung des Bodens recht übel mitgespielt, es waren aber reichlich Pflanzen vorhanden. Diese zeigen nun eine entschiedene Zunahme ihres Wachstums, die Nadeln sind länger, breiter und kräftiger als zuvor geworden. Ich habe den Zuwachs der Pflanzen nach dieser Behandlung des Bodens messen lassen und ihn mit dem Zuwachs auf einer ganz unberührt gebliebenen, im übrigen aber gleichartigen Partie der Heide verglichen. Auf dem bearbeiteten Boden betrug der Zuwachs während der Jahre 1912—1916 27,24 cm, als Mittel für sämtliche Pflanzen berechnet, auf dem unbearbeiteten war der Zuwachs nur 17,62 cm; das Hacken hat somit eine recht wesentliche Zunahme des Wachstums bewirkt (vgl. Fig. 16). Die Pflanzen weisen auch ein ziemlich vielversprechendes Aussehen auf. Bodenproben von dem bearbeiteten Felde zeigen einen sehr schwachen, kaum bestimmbar Salpetergehalt bei Lagerung, das Resultat ist indessen nicht vollständig negativ wie bei Proben von dem unberührt gebliebenen Versuchsfelde, sondern dürfte als eine geringe, wenn auch sehr schwache Tendenz zur Nitrifikation zu deuten sein. Die Nitrifikation ist jedoch so schwach, dass sie von ernährungsphysiologischem Gesichtspunkt aus wohl kaum eine Bedeutung hat; dass sie aber wirklich vorhanden ist, scheint mir doch auf einen verbesserten Zustand des Bodens hinzuweisen.<sup>1</sup>

In Anbetracht der guten Wirkung, die eine Bearbeitung des Bodens auf Fagerheden gehabt hatte, hat Oberförster JOHN WALLMARK im Revier Jörn einige Bodenbearbeitungsversuche ausführen lassen. Durch Überfahren der Kiefernheiden mit einer Federzahnegge ist es ihm gelungen, eine ziemlich gute Mischung der Humusdecke mit der darunterliegenden Mineralerde zustandezubringen. Einige kleine Kiefernpflanzen werden dabei zwar vernichtet,

<sup>1</sup> Auf der danebenliegenden Parzelle wurden die Reste des Torfes ausgestreut, der bei der Anlage der Versuchskulturen verwendet worden war. Ein Resultat hiervon ist kaum wahrzunehmen.



aber es sind immer noch hinreichend viele, die dem Griff der Federzahnegge entgehen, und die zu weiterer Entwicklung kommen können. Die Versuche wurden im Sommer 1916 ausgeführt, weshalb man noch einige Zeit auf die Resultate warten muss.

Angesichts der grossen Möglichkeit, die dafür besteht, die kleinen, auf der Heide vorhandenen Kiefernpflanzen zum Wachsen zu bringen, haben Kulturen vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus ein untergeordnetes Interesse. Sollen Saaten oder Pflanzungen zur Verwendung kommen, so muss man wohl stets Füllerde anwenden, am besten da einen stickstoffreichen Torfboden. Die Kulturen auf Östra Jörnsmarken sind, in Anbetracht des sterilen Bodens, noch sehr schön, im Verhältnis zu den Kosten, die eine derartige Kultur bedingt, kann ja aber kaum das Resultat ein glänzendes genannt werden. Die zuvor äusserst langsam wachsenden Kiefernpflanzen wachsen nun dagegen ausserordentlich gut, und es sieht fast aus, als wenn diese ziemlich bald einen wohlgeschlossenen Bestand bilden werden. Auf diese Weise wird man vielleicht die Kosten der Torfzufuhr gedeckt erhalten.

Die Kiefernheiden gehören zu unseren wenigst produktiven Waldtypen, kostspieligere Massnahmen kann man ihnen schwerlich zukommen lassen. Durch eine derartige Pflege des Bodens aber, dass man einen gutgeschlossenen Bestand erhält, kann man stets hoffen, die Bodenbeschaffenheit selbst zu verbessern. Die Humusschicht nimmt dann zu und erhält eine bessere Beschaffenheit, die Feuchtigkeit in der Humusdecke wird erhöht, Moose können einwandern. Der Umsatz verläuft auf eine für den Wald günstigere Weise, das Produktionsvermögen des Bodens kann hierdurch allmählich erhöht werden. Die erste Bedingung hierfür ist jedoch die, einen einigermaßen geschlossenen Bestand zuwegezubringen. Allem nach zu urteilen, kann dies am besten dadurch geschehen, dass man den zahlreich vorkommenden kleinen, aber schwachwüchsigen Pflanzen bessere Entwicklungsbedingungen verschafft. Dies kann entweder durch Bodenbearbeitungen erreicht werden oder dadurch, dass man auf geeignete Weise dem Waldboden stickstoffhaltigen Torfboden zuführt, der in kleineren Portionen in den Boden eingegraben und mit dem Sande vermengt wird.

---